



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PERAMALAN PENJUALAN SEPEDA MOTOR  
YAMAHA DI KOTA SURABAYA  
DENGAN PENDEKATAN ARIMA *BOX-JENKINS*  
DAN *VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)***

**ARIESKA DWI YANTI  
NRP 1315 105 036**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc  
Dr. Agus Suharsono, M.S**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**TUGAS AKHIR – SS141501**

**PERAMALAN PENJUALAN SEPEDA MOTOR  
YAMAHA DI KOTA SURABAYA  
DENGAN PENDEKATAN ARIMA *BOX-JENKINS*  
DAN *VECTOR AUTOREGRESSIVE* (VAR)**

**ARIESKA DWI YANTI  
NRP 1315 105 036**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc  
Dr. Agus Suharsono, M.S**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**FINAL PROJECT – SS141501**

**FORECASTING OF YAMAHA MOTORCYCLE  
SALES IN SURABAYA CITY USING ARIMA  
BOX-JENKINS APPROACH AND VECTOR  
AUTOREGRESSIVE (VAR)**

**ARIESKA DWI YANTI  
NRP 1315 105 036**

**Supervisor  
Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc  
Dr. Agus Suharsono, M.S**

**UNDERGRADUATE PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERAMALAN PENJUALAN SEPEDA MOTOR YAMAHA DI KOTA SURABAYA DENGAN PENDEKATAN ARIMA *BOX JENKINS* DAN *VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Arieska Dwi Yanti**

NRP. 1315 105 036

Disetujui oleh Pembimbing:

Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc.


NIP. 19570724 198503 2 002

Dr. Agus Suharsono, M.S.

NIP. 19580823 198403 1 003

Mengetahui,  
Kepala Departemen



  
Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

# **PERAMALAN PENJUALAN SEPEDA MOTOR YAMAHA DI KOTA SURABAYA DENGAN PENDEKATAN ARIMA BOX-JENKINS DAN VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)**

<b>Nama Mahasiswa</b>	<b>: Arieska Dwi Yanti</b>
<b>NRP</b>	<b>: 1315 105 036</b>
<b>Departemen</b>	<b>: Statistika</b>
<b>Dosen Pembimbing</b>	<b>: Dr. Agnes Tuti R, M.Sc.</b>
<b>Dosen Co-Pembimbing</b>	<b>: Dr. Agus Suharsono, M.S</b>

## **Abstrak**

*Transportasi jenis sepeda motor masih sangat diminati masyarakat karena dari segi harga yang sudah banyak kalangan yang bisa menjangkau. Peminat sepeda motor kian meningkat setiap tahun. Penjualan sepeda motor di Provinsi Jawa Timur khususnya Kota Surabaya terbilang cukup tinggi karena tingginya pula jumlah penduduk usia produktif. Merek sepeda motor yang memiliki banyak peminat salah satunya ialah Yamaha, yang menduduki pangsa pasar kedua. Tingginya penjualan sepeda motor merek Yamaha diperlukan adanya prediksi permintaan penjualan sepeda motor. Penjualan tipe paling tinggi ialah tipe matic, yang kedua ialah tipe sport, dan yang terakhir penjualan tipe cub. Prediksi penjualan akan dilakukan pada dua tipe sepeda motor dengan penjualan tertinggi. Dugaan bahwa selain memiliki keterkaitan dengan kejadian pada waktu sebelumnya, antar penjualan tipe sepeda motor juga saling mempengaruhi. Sehingga, dalam analisis ini, pemodelan dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yaitu ARIMA dan VAR. Pada pemodelan ARIMA didapatkan model yang terbaik meramalkan 15 periode untuk tipe matic menggunakan model  $ARIMA([5,16],0,[4])$  dengan nilai RMSE sebesar 143,1741, sedangkan untuk tipe sport menggunakan model  $ARIMA([5,16],0,0)$  dengan nilai RMSE sebesar 35,29727. Pada pemodelan VAR didapatkan model terbaik menggunakan  $VARIMA(4,1,0)$  dengan nilai RMSE untuk matic 196,24*

*sedangkan untuk sport 34,89. Model terbaik untuk meramalkan penjualan kedua tipe sepeda motor Yamaha ialah secara univariate menggunakan ARIMA, karena secara multivariate penjualan antar tipe tidak saling mempengaruhi.*

***Kata Kunci : ARIMA, Sepeda Motor, VARIMA, Yamaha***

# FORECASTING OF YAMAHA MOTORCYCLE SALES IN SURABAYA CITY USING ARIMA BOX-JENKINS APPROACH AND VECTOR AUTOREGRESSIVE (VAR)

**Student Name** : Arieska Dwi Yanti  
**NRP** : 1315 105 036  
**Department** : Statistics  
**Supervisor 1** : Dr. Agnes Tuti R, M.Sc.  
**Supervisor 2** : Dr. Agus Suharsono, M.S

## **Abstract**

*Motorcycles are still become choices from the people because of the affordable price to many people. in the East Java, exactly in Surabaya the selling amount is quite high because of the high number of population of productive age. One of the popular motorcycle brand is Yamaha, which occupied the second market share. The high amount of Yamaha's sales required the prediction of motorcycle sales demand. The highest number of sales is scooter, the second is sport type, and the last is cub type. Sales prediction will be done on two types of motorcycles with the highest sales. prediction that beside it had a correlation with the previous time, motorcycle types also affect each other. Thus, in this analysis, modeling is done using two approaches ARIMA and VAR. In ARIMA modeling, the best model predicted 15 periods for scooter type using ARIMA model  $([5,16], 0, [4])$  with RMSE value of 143.1741, and then sport type using ARIMA model  $([16],0,0)$  with a RMSE value of 35.29727. In VAR modeling it obtained the best model using VARIMA  $(4,1,0)$  with RMSE value for scooter 196.24 and then for sport 34.89. The best model to forecast sales of both Yamaha motorcycles is univariate using ARIMA, because multivariate sales between types don't affect each other.*

**Keywords:** ARIMA, Motorcycles, VARIMA, Yamaha

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah yang tak ternilai kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Peramalan Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Kota Surabaya Dengan Pendekatan ARIMA *Box-Jenkins* dan *Vector Autoregressive (VAR)*”**.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat doa, bimbingan dan semangat dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak terkait :

1. Kedua orang tua tercinta serta keluarga yang telah menjadi orang tua dan keluarga terbaik yang senantiasa memberikan doa dan memotivasi demi keberlangsungan kesuksesan penulis.
2. Ibu Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc. dan Bapak Dr. Agus Suharsono, M.S selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu memberikan saran, kritik dan telah berkenan meluangkan waktu dalam membimbing penulis selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Drs. Haryono, MSIE dan Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Jurusan Statistika yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Statistika yang telah memberi motivasi dan semangat demi kelancaran dan terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si, selaku sekretaris Program Studi Sarjana Jurusan Statistika yang telah membantu demi kelancaran Tugas Akhir ini.

7. Arma Vieyya serta segenap karyawan tempat terlaksananya penelitian yang telah mengizinkan dan meluangkan waktunya untuk penulis melakukan penelitian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Statistika angkatan 2012 dan 2015 yang senantiasa saling memotivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir.
9. Pihak-pihak Statistika ITS, selaku tempat penulis mendapatkan banyak ilmu dan pengalaman yang telah banyak membantu dalam mendukung kegiatan administrasi Tugas Akhir
10. Pihak-pihak yang sudah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis menerima segala macam bentuk saran dan kritik yang diberikan untuk perbaikan laporan Tugas Akhir ini. Terakhir, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan banyak manfaat untuk pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I . PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pangsa Pasar Sepeda Motor Merek Yamaha .....	5
2.2 Pustaka Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Model ARIMA.....	7
2.3.1 Identifikasi Model .....	8
2.3.2 Pengujian Signifikansi Parameter .....	10
2.3.3 <i>Diagnostic Checking</i> .....	10
2.3.4 Pemilihan Model Terbaik.....	12
2.4 <i>Vector Autoregressive</i> (VAR).....	12
2.4.1 Identifikasi Model .....	12
2.4.2 Penaksiran Parameter Model VAR .....	13
2.4.3 <i>Diagnostic Checking</i> .....	14

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Sumber Data .....	17
3.2 Variabel Penelitian.....	17
3.3 Struktur Data.....	17
3.4 Tahapan Penelitian.....	18
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	21

### **BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Karakteristik Data Penjualan Sepeda Motor .....	23
4.2 Peramalan Secara <i>Multivariate</i> Menggunakan VAR .....	24
4.2.1 Analisis Korelasi .....	24
4.2.2 Identifikasi.....	24
4.2.3 Estimasi Parameter.....	28
4.2.4 <i>Diagnostic Checking</i> .....	30
4.2.5 Kriteria Keباikan Model.....	30
4.2.6 <i>Forecasting</i> .....	31
4.3 Peramalan Secara <i>Univariate</i> Menggunakan ARIMA .....	32
4.3.1 Identifikasi Pola Data .....	33
4.3.2 Estimasi Parameter.....	35
4.3.3 <i>Diagnostic Checking</i> .....	30
4.3.4 Pemilihan Model Terbaik.....	40
4.3.5 <i>Forecasting</i> .....	40

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	44

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	45
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	47
-----------------------	----

<b>BIODATA PENULIS</b> .....	69
------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis .....	21
Gambar 4.1 <i>Box-Cox Plot</i> Sepeda Tipe <i>Matic</i> .....	25
Gambar 4.2 <i>Box-Cox Plot</i> Sepeda Tipe <i>Sport</i> .....	26
Gambar 4.3 Plot MACF Penjualan Sepeda Motor Sebelum <i>Differencing</i> .....	27
Gambar 4.4 Plot MACF Penjualan Sepeda Motor Setelah <i>Differencing</i> .....	27
Gambar 4.5 Plot MPACF Penjualan Sepeda Motor Yamaha. 28	28
Gambar 4.6 Plot MCCF VAR([1,2,3,4],1,0) .....	30
Gambar 4.7 <i>Time Series Plot</i> Sepeda Tipe <i>Matic</i> .....	33
Gambar 4.8 <i>Time Series Plot</i> Sepeda Tipe <i>Sport</i> .....	34
Gambar 4.9 Plot ACF Tipe <i>Matic</i> dan Tipe <i>Sport</i> .....	34
Gambar 4.10 Plot PACF Tipe <i>Matic</i> dan Tipe <i>Sport</i> .....	35

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Transformasi Box-Cox .....	9
Tabel 2.2 <i>Characteristics of Theoretical ACF dan PACF</i> Untuk Stasioneritas .....	9
Tabel 3.1 Struktur Data .....	17
Tabel 4.1 Jumlah Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Kota Surabaya .....	23
Tabel 4.2 Matriks Korelasi.....	24
Tabel 4.3 <i>Minimum Information Criterion</i> .....	28
Tabel 4.4 Hasil Pengujian VAR([1,2,3,4],1,0) Sebelum <i>Re-strict</i> .....	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian VAR([1,2,3,4],1,0) Setelah <i>Re-strict</i> .....	29
Tabel 4.6 Keباikan Model VAR .....	31
Tabel 4.7 <i>Forecast</i> Menggunakan VAR .....	32
Tabel 4.8 Pendugaan Model Sementara ARIMA Sepeda Tipe <i>Matic</i> .....	36
Tabel 4.9 Pendugaan Model Sementara ARIMA Sepeda Tipe <i>Sport</i> .....	37
Tabel 4.10 Asumsi <i>White Noise</i> Tipe <i>Matic</i> .....	38
Tabel 4.11 Asumsi <i>White Noise</i> Tipe <i>Sport</i> .....	39
Tabel 4.12 Kriteria Keباikan Model .....	40
Tabel 4.13 <i>Forecasting</i> Menggunakan ARIMA .....	40

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data penjualan sepeda motor Yamaha 2015 sampai 2016.....	47
Lampiran 2 Data transformasi.....	50
Lampiran 3 <i>Syntax</i> SAS tipe <i>matic</i> model ARIMA ([5][16],0,4) .....	51
Lampiran 4 <i>Output</i> SAS tipe <i>matic</i> model ARIMA ([5][16],0,4) .....	52
Lampiran 5 <i>Syntax</i> SAS tipe <i>matic</i> model ARIMA ([5][16],0,0) .....	53
Lampiran 6 <i>Output</i> SAS tipe <i>matic</i> model ARIMA ([5][16],0,0) .....	54
Lampiran 7 Korelasi Penjualan Antar Tipe Sepeda .....	55
Lampiran 8 <i>Syntax</i> VARIMA(1,1,0) sesudah <i>differencing</i> ....	56
Lampiran 9 <i>Output</i> VARIMA(1,1,0) sesudah <i>differencing</i> ...	57
Lampiran 10 <i>Syntax</i> SAS VARIMA(4,1,0) sebelum <i>restrict</i> ...	59
Lampiran 11 <i>Output</i> SAS VARIMA(4,1,0) sebelum <i>restrict</i> ....	60
Lampiran 12 <i>Syntax</i> SAS VARIMA(4,1,0) setelah <i>restrict</i> ....	62
Lampiran 13 <i>Output</i> SAS VARIMA(4,1,0) setelah <i>restrict</i> ..	63
Lampiran 14 <i>Syntax</i> makro minitab multivariat normal... ..	65
Lampiran 15 <i>Ouput</i> makro minitab multivariat normal... ..	66
Lampiran 16 Surat Pernyataan Pengambilan Data.....	67

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Provinsi Jawa Timur memiliki kepadatan penduduk yang naik dari tahun ke tahun (BPS, 2016). Surabaya sebagai ibu kota Provinsi Jawa Timur juga memiliki jumlah kepadatan yang tinggi dan selalu mengalami peningkatan dari tahun 2011 hingga 2014. Tingginya jumlah penduduk mengakibatkan tingginya pula aktivitas dan mobilitas penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan mobilitas yang tinggi maka salah satu solusi yang dapat diberikan ialah transportasi. Transportasi yang saat ini lebih digemari oleh masyarakat ialah transportasi darat berupa sepeda motor, karena dari segi harga banyak kalangan yang saat ini sudah bisa menjangkau hingga manfaatnya yang sangat membantu ketika menghadapi tingkat kepadatan arus lalu lintas.

Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia (AISI, 2015) mencatat pada tahun 2012 penjualan sepeda motor sebesar 7.064.457 unit, tahun 2013 sebesar 7.743.879 unit, dan tahun 2014 sebesar 7.867.195 unit yang berarti peminat sepeda motor mengalami peningkatan sehingga meningkatkan pula penjualan sepeda motor dari tahun ke tahun. Periode Januari hingga September 2014, AISI mencatat Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat pertama tertinggi dalam penjualan sepeda motor yakni sebesar 17,1 persen. Maka sangat wajar apabila saat ini kota-kota di Jawa Timur banyak terdapat sepeda motor untuk menunjang mobilitas masyarakat, khususnya daerah-daerah pusat perekonomian atau perkotaan seperti Kota Surabaya. Kota Surabaya memiliki penjualan sepeda motor tertinggi diantara kota-kota lain di Provinsi Jawa Timur.

Tahun 2016 PT. Astra Honda Motor agen pemegang *merk* sepeda motor Honda tercatat masih menguasai sekitar 73 persen pangsa pasar. Disusul kemudian PT. Yamaha Motor Indonesia yang menguasai 23 persen pangsa pasar dan *merk*. Kawasaki sebesar 1.64 persen . Penjualan sepeda motor di Provinsi Jawa

Timur masih didominasi segmen skuter matik (*matic*) yang mencapai 78 persen, disusul tipe *sport* sebesar 14 persen dan sisanya 8 persen berasal dari penjualan sepeda motor *cub*. Pada penelitian oleh Arinta Cahyaningtyas & Setiawan (2014) yang berjudul pemodelan dan peramalan penjualan sepeda motor di Surabaya dengan pendekatan ARIMAX Variasi Kalender menunjukkan bahwa ramalan permintaan sepeda motor tahun 2014 untuk jenis *matic* naik dari tahun 2013, sedangkan untuk jenis *cub* dan *sport* mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan masih tingginya minat masyarakat pada sepeda motor berjenis *matic*. Penelitian tentang peramalan volume total sepeda motor di Kabupaten Ngawi sebelumnya pernah dilakukan oleh Harahap & Suharsono (2014) menggunakan metode ARIMA dan ARIMAX, berdasarkan nilai MAPE didapatkan metode ARIMAX merupakan metode yang terbaik. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Anggraeni & Suharsono (2014) menggunakan pendekatan ARIMA *Box-Jenkins* dan VAR yang meramalkan penjualan sepeda motor tiap jenis di Wilayah Surabaya, dimana dalam penelitian ini disebutkan nilai peramalan secara *univariate* menggunakan pendekatan *Box-Jenkins* lebih mendekati nilai aktual.

Peramalan/prediksi diklasifikasikan menjadi 3 horizon waktu yaitu peramalan jangka pendek, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka panjang. Peramalan penelitian ini digunakan peramalan jangka menengah, umumnya peramalan jangka menengah mencakup hitungan bulan hingga tahun, peramalan ini bermanfaat untuk merencanakan penjualan, anggaran produksi, anggaran kas, serta menganalisis bermacam-macam rencana operasi (Heizer & Render, 2011). Penelitian ini akan memprediksi penjualan sepeda motor Yamaha di Kota Surabaya dengan menggunakan pendekatan ARIMA *Box-Jenkins* dan *Vector Autoregressive* (VAR). Metode ARIMA *Box-Jenkins* digunakan karena terdapat keterkaitan penjualan antar waktu dan metode *Vector Autoregressive* (VAR) digunakan karena diduga

penjualan kedua jenis sepeda motor terdapat hubungan timbal balik yakni tipe *matic* dan *sport*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Yamaha merupakan *merk* sepeda motor yang cukup baik dalam pemasarannya. Hal ini dapat dilihat pangsa pasar Yamaha berada pada urutan kedua. Pemasaran sepeda motor saat ini yang digemari ialah tipe *matic* dan *sport* dan cenderung mengalami peningkatan, oleh sebab itu perusahaan perlu memprediksi permintaan penjualan unit sepeda motor untuk masing-masing tipe. Penelitian ini akan memprediksi penjualan sepeda motor *merk* Yamaha tipe *matic* dan *sport* dikarenakan kedua tipe tersebut memiliki penjualan tertinggi di Surabaya. Prediksi ini akan dilakukan secara *univariate* menggunakan pendekatan *Box-Jenkins* dan secara *multivariate* menggunakan pendekatan *Vector Autoregressive* (VAR).

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak Yamaha memprediksi penjualan sepeda motor tipe *matic* dan *sport* secara *univariate* dan *multivariate* di Kota Surabaya tahun 2017.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat membantu Yamaha mengevaluasi pola penjualan sepeda motor tipe *matic* dan *sport* di Kota Surabaya berdasarkan hasil ramalan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pangsa Pasar Sepeda Motor Merek Yamaha**

Sepeda motor terdiri dari 3 tipe yaitu tipe *matic* yang menduduki pangsa pasar tertinggi, tipe *sport* yang menduduki pangsa pasar kedua, dan tipe *cub* yang menduduki pangsa pasar terakhir . Sepeda motor tipe *matic* paling digemari karena tanpa menggunakan transmisi pada mesin sehingga paling mudah dikendarai hanya tinggal gas.

Yamaha ialah salah satu merek sepeda motor yang menguasai pangsa pasar dalam bidang penjualan sepeda motor di Indonesia dengan kedudukan nomor 2. Dikatakan pada artikel liputan6.com tahun 2012 pangsa pasar Yamaha 34,07 persen dan pangsa padar Honda sebesar 57 persen. Pada tahun 2016 pangsa pasar Yamaha menjadi 23 persen, sedangkan Honda menjadi 73 persen. Daerah penjualan sepeda motor tertinggi ialah Provinsi Jawa Timur pada tahun 2014 (AISI, 2014). Tipe sepeda motor yang paling digemari ialah tipe *matic* apabila dibandingkan dengan dua tipe lainnya, yakni *cub*, dan *sport*.

#### **2.2 Pustaka Penelitian Terdahulu**

1. Pemodelan Dan Peramalan Penjualan Sepeda Motor Di Surabaya Dengan Pendekatan ARIMAX Variasi Kalender

Penjualan sepeda motor tipe *matic* menyumbang sebesar 64% pada kuartal I/2014 (Cahyaningtyas & Setiawan, 2014). Diperkirakan penjualan sepeda motor tipe *matic* mengalami peningkatan dari tahun ke tahun sehingga perlu adanya prediksi penjualan kedepannya. Digunakan pendekatan ARIMA dan ARIMAX karena diduga peningkatan penjualan sepeda motor dipengaruhi oleh efek lebaran. Regresi *time series* digunakan pada data penjualan sepeda motor *matic* Honda. Untuk data penjualan total sepeda motor dan sepeda motor Honda digunakan pendekatan ARIMAX. Didapatkan model

ARIMAX(2,0,0) untuk total sepeda motor dengan faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu tren, efek bulanan, satu bulan sebelum hari raya. Untuk sepeda motor Honda didapatkan model terbaik ARIMAX (0,0,[2]). Hasil ramalan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penjualan total sepeda motor di Surabaya pada tahun 2014 menurun 1,6 persen dari tahun 2013. Sementara untuk penjualan sepeda motor Honda di Surabaya pada tahun 2014 meningkat 18 persen dari tahun 2013, dan penjualan sepeda motor Honda jenis *matic* di Surabaya pada tahun 2014 juga mengalami peningkatan sebesar 36 persen dari tahun 2013.

## 2. Peramalan Volume Total Sepeda Motor Di Kabupaten Ngawi Dengan ARIMA dan ARIMAX

Penelitian lain yang pernah dilakukan oleh Harahap & Suharsono (2014) yang berjudul peramalan volume total sepeda motor di Kabupaten Ngawi bertujuan untuk mendapatkan model terbaik serta hasil ramalan penjualan sepeda motor dari ketiga tipe di Kabupaten Ngawi periode 2009 hingga 2014. Penelitian ini menunjukkan bahwa penjualan sepeda motor *matic* tidak hanya dipengaruhi oleh *trend* dan bulan, namun penjualan sepeda motor jenis *matic* bulan ke  $t$  dipengaruhi pula penjualan sepeda motor *matic* pada bulan ke  $t-1$  dan kesalahan penjualan lima bulan yang lalu. Perbandingan model ARIMA dan ARIMAX pada penelitian ini berdasarkan kriteria nilai MAPE didapatkan model yang baik menggunakan ARIMAX.

## 3. Peramalan Penjualan Sepeda Motor Tiap Jenis di Wilayah Surabaya menggunakan Pendekatan ARIMA Box-Jenkins dan *Vector Autoregressive* (VAR)

Penelitian ini menganalisis mengenai peramalan penjualan sepeda motor merk “X” dan total market tiap jenis di wilayah Surabaya dan Blitar karena Surabaya dan Blitar memiliki nilai IPM yang tinggi. Diduga terdapat hubungan timbal balik antar penjualan sepeda motor sehingga digunakan metode ARIMA dan VAR. Pada analisis secara *univariate* menggunakan pendekatan ARIMA *Box-Jenkins* di Wilayah Surabaya didapat-



kan model terbaik untuk variabel total market “X”, total market, merk “X” *matic*, total market jenis *matic*, total market jenis *sport* ialah ARIMA (1,1,0) sedangkan untuk merk “X” jenis *sport* model terbaiknya menggunakan ARIMA (0,1,0). Di wilayah Blitar pun demikian didapatkan model terbaik ARIMA (1,1,0) untuk variabel total market “X”, total market, merk “X” *matic*, total market jenis *matic*, total market jenis *sport*, sedangkan didapatkan ARIMA (0,1,1) untuk variabel merk “X” tipe *sport*. Secara *multivariate* menggunakan pendekatan VAR didapatkan VARIMA (1,1,0) untuk variabel merk “X” dan total market Surabaya dan Blitar. Saran oleh peneliti untuk menggunakan metode ramalan secara *univariate* karena hasil raamlan lebih mendekati nilai aktual.

## 2.3 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Box dan Jenkins (1976) secara efektif telah berhasil mencapai kesepakatan mengenai informasi relevan yang diperlukan untuk memahami dan menggunakan model-model ARIMA untuk deret berkala *univariate*. Prosedur untuk pembentukan model ARIMA ada beberapa tahap. Prosedur tersebut terdiri dari identifikasi model, estimasi parameter, *diagnostic checking*, pemilihan model terbaik, dan peramalan (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Model Box-Jenkins meliputi model non *seasonal* (non-musiman) dan *seasonal* (musiman). Model non *seasonal* yang merupakan model stasioner terdiri dari  $AR(p)$ ,  $MA(q)$  dan  $ARMA(p,q)$ , sedangkan model ARIMA  $(p,d,q)$  merupakan bentuk model non stasioner .

### 1. Autoregressive Model (AR)

AR adalah model hasil regresi dengan dirinya sendiri pada waktu sebelumnya. Bentuk umum model *autoregressive* dengan orde ke- $p$  yaitu  $AR(p)$  atau Model ARIMA  $(p,0,0)$  dituliskan sebagai berikut.

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \text{ atau } \phi_p(B) \dot{Z}_t = a_t \quad (2.1)$$

Dimana:

$$\dot{Z}_t : Z_t - \mu$$

$\phi_p(B)$ :  $(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$  parameter *autoregressive* ke-p

$a_t$  : nilai kesalahan pada saat t

## 2. *Moving Average Model* (MA)

Bentuk umum model *moving average* orde ke-q yaitu MA(q) atau ARIMA (0,0,q) dituliskan sebagai berikut.

$$\dot{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \text{ atau } \dot{Z}_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.2)$$

Dimana:

$\theta_q(B)$ :  $(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$  parameter *moving average* ke-q

## 3. *Autoregresif Moving Average* (ARMA)

Bentuk umum dari kedua model AR(p) dan MA(q), yaitu ARIMA (p,0,q) adalah sebagai berikut.

$$\phi_p(B) \dot{Z}_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.3)$$

## 4. *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA)

Apabila non stasioneritas ditambahkan pada proses ARMA, maka model ARIMA (p,d,q) dengan *differencing* sebanyak d dituliskan sebagai berikut.

$$\phi_p(B)(1-B)^d \dot{Z}_t = \theta_q(B) a_t \quad (2.4)$$

### 2.3.1 Identifikasi Model

Identifikasi analisis *time series* ialah melihat apakah data telah stasioner terhadap *mean* dan *varians*. Data yang tidak stasioner terhadap *varians* akan dilakukan transformasi *Box-Cox*. Data yang tidak stasioner terhadap *mean* akan dilakukan *differencing*, dan apabila data belum stasioner maka dilakukan *differencing* kedua. *Differencing* dapat membuat beberapa nilai negatif, oleh sebab itu stabilisasi *varians* harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan *differencing*. Tabel 2.1 menyajikan

beberapa bentuk tranformasi *Box-Cox* berdasarkan nilai yang bersesuaian.

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.5)$$

**Tabel 2.1** Transformasi *Box-Cox*

Nilai Lambda	Jenis Transformasi
-1,0	$1/Z_t$
-0.5	$1/\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$
0.5	$\sqrt{Z_t}$
1	$Z_t$

Teori umum ACF dan PACF untuk membantu menentukan model seperti pada Tabel 2.2 (Wei, 2006).

**Tabel 2.2** *Characteristics of Theoretical ACF dan PACF Untuk Stasioneritas*

Proses	ACF	PACF
AR(p)	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	Terputus setelah lag ke-p
MA (q)	Terputus setelah lag ke-p	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )
ARM A (p, q)	Turun cepat secara eksponensial menuju nol setelah lag (q-p)	Turun cepat secara eksponensial menuju nol setelah lag (p-q)

Rumus perhitungan untuk ACF adalah sebagai berikut.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}, \quad k = 1, 2, \dots, n-1 \quad (2.6)$$

Sedangkan rumus untuk perhitungan PACF sampai lag ke-k dijelaskan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{\rho}_j} \quad (2.7)$$

### 2.3.2 Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model ARIMA dan regresi *time series* sehingga dapat diketahui bahwa tiap variabel atau parameter dalam model telah signifikan. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji *t*. Apabila yang diuji adalah parameter MA yaitu  $\theta$ , maka hipotesis menjadi sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \theta_i = 0$  (parameter model tidak signifikan)

$H_1 : \theta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, q$  (parameter model signifikan)

Statistik uji :

$$t = \frac{\hat{\theta}}{se(\hat{\theta})} \quad (2.8)$$

Dimana  $se(\hat{\theta})$  adalah *standard error* dari nilai taksiran  $\theta$ .  $H_0$  ditolak apabila  $|t| > t_{\alpha/2, n-p}$  dengan  $p$  adalah banyaknya parameter (Wei, 2006).

### 2.3.3 Diagnostic Checking

Tahap identifikasi dan estimasi parameter telah dilakukan, selanjutnya ialah memeriksa asumsi dari model apakah telah terpenuhi. Asumsi dasarnya ialah residual *white noise* dan berdistribusi normal.

#### 1. White Noise

Suatu proses dikatakan *white noise* apabila residual tersebut merupakan variabel random yang tidak berkorelasi dan berdistribusi normal dengan *mean* nol dan *varians* konstan. Pengujian yang digunakan untuk mengetahui apakah residual data

telah memenuhi asumsi *white noise* adalah uji Ljung-Box (Wei, 2006).

Hipotesis :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \rho_k \neq 0, \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, K$$

Statistik Uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (2.9)$$

Daerah kritis : Tolak  $H_0$  jika  $Q > \chi_{\alpha, K-m}^2$

Dimana:

$n$  : banyaknya pengamatan

$\rho_k$  : ACF residual pada lag ke- $k$

$K$  : maksimum lag

## 2. Distribusi Normal

Untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi distribusi normal, dilakukan pengujian menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov sebagai berikut (Daniel, 1989).

Hipotesis :

$H_0$  : Residual telah berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.10)$$

Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  apabila  $D > D_{KS(1-\alpha, n)}$  dimana  $n$  adalah ukuran sampel

Dimana:

$S(x)$  : fungsi peluang kumulatif dari data sampel

$F_0(x)$  : nilai peluang kumulatif dari distribusi normal

$\sup(x)$  : nilai maksimum dari harga mutlak

### 2.3.4 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria *Root Mean Square Error* (RMSE). Persamaannya sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}} \quad (2.11)$$

$Z_t$  ialah nilai aktual dari data yang diramalkan dan  $\hat{Z}_t$  ialah nilai taksiran dari data aktual.

## 2.4 Vector Autoregressive (VAR)

Model *Vector Autoregressive* (VAR) ialah metode peramalan dengan membentuk model-model sebuah vector dimana variabel-variabelnya saling mempengaruhi. Metode ini digunakan oleh Sims (1980) untuk menyelesaikan permasalahan makroekonomi. Bentuk umum VAR(p) ialah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\begin{aligned} (\mathbf{I} - \Phi_1 B - \dots - \Phi_p B^p) \dot{\mathbf{Z}}_t &= \mathbf{a}_t \\ \text{atau} \\ \dot{\mathbf{Z}}_t &= \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} + \dots + \Phi_p \dot{\mathbf{Z}}_{t-p} + \mathbf{a}_t \end{aligned} \quad (2.12)$$

dimana

$\Phi_p$  : matriks parameter model ke- $p$  berukuran ( $m \times m$ )

$\mathbf{a}_t$  : nilai kesalahan pada waktu ke  $t$

### 2.4.1 Identifikasi Model

Identifikasi model multivariat *time series* dapat dilakukan melalui MACF (Matriks Fungsi Autokorelasi) dan MPACF (Matriks Fungsi Autokorelasi Parsial).

#### 1. Matriks Fungsi Autokorelasi (MACF)

Pengecekan stasioneritas pada VAR dapat dilakukan menggunakan MACF. Persamaan MACF dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\begin{aligned}\hat{\boldsymbol{\rho}}(k) &= [\hat{\rho}_{ij}(k)] \\ \hat{\rho}_{ij}(k) &= \mathbf{D}^{-1/2} \Gamma(k) \mathbf{D}^{-1/2}\end{aligned}\quad (2.13)$$

Matriks  $\hat{\rho}(k)$  akan rumit apabila saat vector mempunyai jumlah yang banyak. Tia and Box dalam Wei (2006) memperkenalkan metode untuk meringkas matriks korelasi sampel tersebut. Metode itu dinotasikan dengan symbol (+), (-), dan ( $\cdot$ ) dalam korelasi ke  $(i,j)$ . Simbol (+) untuk nilai korelasi sampel yang lebih besar dari 2 kali *standard error* (batas atas). Simbol (-) untuk nilai korelasi sampel yang lebih kecil dari -2 kali *standard error* (batas bawah). Simbol ( $\cdot$ ) untuk nilai korelasi sampel yang terletak diantara 2 dan -2 *standard error*.

## 2. Matriks Fungsi Autokorelasi Parsial (MPACF)

MPACF dapat digunakan untuk mengidentifikasi model vector AR(p). Persamaan MPACF dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mathbf{P}(s) = [\mathbf{D}_v(s)]^{-1} \mathbf{V}_{vu}(s) [\mathbf{D}_u(s)]^{-1} \quad (2.14)$$

dengan  $\mathbf{D}_v(s)$  adalah matriks diagonal dimana elemen diagonal ke- $i$  adalah akar elemen diagonal ke- $i$  dari  $\mathbf{V}_v(s)$ .  $\mathbf{D}_u(s)$  didefinisikan sama halnya  $\mathbf{V}_u(s)$ . Sama halnya dengan MACF, Tiao dan Box (1981) juga melakukan pendekatan metode untuk meringkas  $\mathbf{P}(s)$  dengan notasi (+), (-), dan ( $\cdot$ ). Simbol (+) ialah untuk nilai korelasi sampel yang lebih besar dari 2 kali *standard error* (batas atas). Simbol (-) untuk nilai korelasi sampel yang lebih kecil dari -2 kali *standard error* (batas bawah). Simbol ( $\cdot$ ) untuk nilai korelasi sampel yang terletak diantara 2 dan -2 *standard error*.

### 2.4.2 Penaksiran Parameter Model VAR

Parameter yang diestimasi kemudian harus diuji untuk mengetahui signifikansinya dalam model dengan menggunakan statistik uji t. Dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \boldsymbol{\Phi}_i = 0$$

$$H_1 : \boldsymbol{\Phi}_i \neq 0$$

Statistik Uji :

$$t = \frac{\hat{\Phi}_i}{stdev(\hat{\Phi}_i)} \quad (2.15)$$

Daerah Kritis: Tolak  $H_0$  apabila  $|t| > t_{\alpha/2, (n-m)}$ , dengan  $m$  ialah banyaknya parameter yang ditaksir.

### 2.4.3 Diagnostic Checking

Asumsi yang harus dipenuhi ialah residual data bersifat *white noise*. Untuk melihat apakah residual telah memenuhi asumsi *white noise* dapat pula melihat plot MCCF dan juga melalui pengujian. Berikut hipotesis untuk pengujian asumsi *white noise* (Tsay, 2014).

Hipotesis:

$H_0$  :  $\mathbf{p}_1 = \dots = \mathbf{p}_s = 0$  (Residual telah memenuhi asumsi *multivariate white noise*)

$H_1$  : Minimal ada satu  $\mathbf{p}_k \neq 0$  dengan  $k = 1, 2, \dots, s$  (Residual tidak memenuhi asumsi *multivariate white noise*)

Statistik Uji:

$$Q_m(s) = n^2 \sum_{k=1}^s \frac{1}{n-k} \text{tr}[\hat{\Gamma}_{\hat{a}}(k) \hat{\Sigma}^{-1} \hat{\Gamma}_{\hat{a}}(k)' \hat{\Sigma}^{-1}] \quad (2.16)$$

sedangkan untuk  $\hat{\Gamma}_{\hat{a}}(k)$  didefinisikan sebagai berikut.

$$\hat{\Gamma}_{\hat{a}}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \hat{\mathbf{a}}_t \hat{\mathbf{a}}_{t+k}'}{n} \quad k = 0, 1, \dots, s \quad (2.17)$$

$$\hat{\Gamma}_{\hat{a}}(0) \approx \hat{\Sigma}$$

Daerah Kritis:

Tolak  $H_0$  apabila  $Q_m(s) > \chi^2_{(s-p)m}$

Selanjutnya ialah melakukan pemeriksaan terhadap residual menggunakan uji *multivariate normal* untuk mengetahui apakah residual telah memenuhi asumsi *normal multivariate*. Berikut hipotesisnya.



$H_0$  : Residual telah berdistribusi normal multivariat

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik Uji :

$$(\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}}_t)' \Sigma^{-1} (\mathbf{a}_t - \bar{\mathbf{a}}_t) \leq \chi_m^2(\alpha) \quad (2.18)$$

Residual memenuhi asumsi multivariat normal apabila 50% dari observasi bernilai kurang dari sama dengan  $\chi_m^2(\alpha)$  (Johnson & Wichern, 2007).

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder berupa data banyak mingguan penjualan 2 jenis sepeda motor (*matic* dan *sport*) merek Yamaha dari salah satu *dealer* PT. X. Periode waktu penjualan Januari 2015 hingga Desember 2016 di area penjualan Kota Surabaya sebanyak 124 minggu. *Insample* menggunakan data pada minggu ke 1 hingga minggu ke 112. *Outsample* menggunakan data pada minggu ke 113 hingga minggu ke 124.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah banyak penjualan sepeda motor merek Yamaha tipe *matic* dan *sport* di Kota Surabaya tahun 2015 hingga 2016 dalam satuan unit per minggu.

### 3.3 Struktur Data

Struktur data pada penelitian ini berdasarkan penjualan masing-masing tipe seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.1 dengan periode mingguan. Struktur data yang digunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan dalam Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data

Periode	Tanggal	Volume Penjualan (Unit)	
		<i>Matic</i>	<i>Sport</i>
Januari 2015	Minggu ke 1	$Z_{m,1}$	$Z_{s,1}$
	Minggu ke 2	$Z_{m,2}$	$Z_{s,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮
Desember 2016	Minggu ke 123	$Z_{m,123}$	$Z_{s,123}$
	Minggu ke 124	$Z_{m,124}$	$Z_{s,124}$

Ket :  $Z_m$  : Penjualan Tipe *Matic* ;  $Z_s$  = Penjualan Tipe *Sport*

### 3.4 Tahapan Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam analisis yang dilakukan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

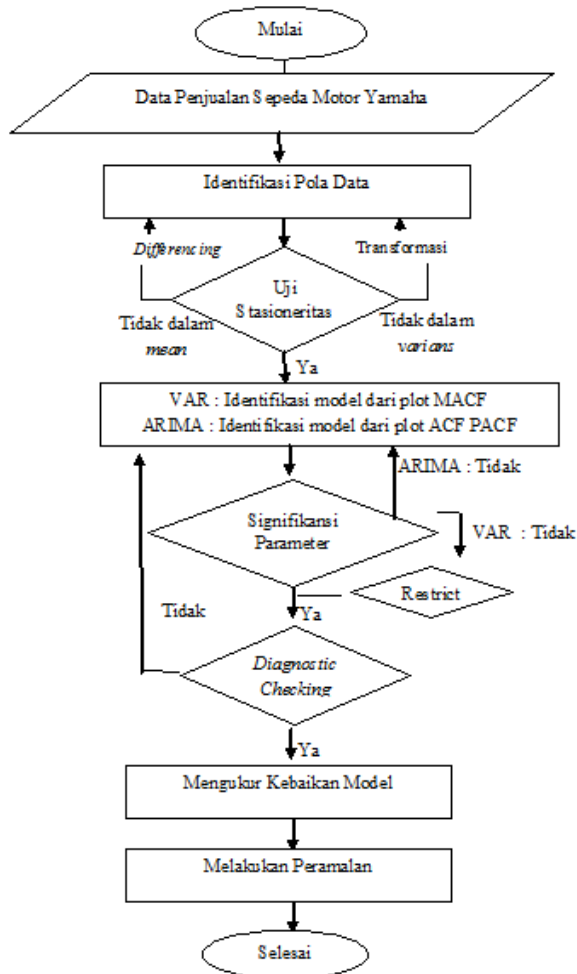
1. Mendeskripsikan data melalui statistika deskriptif dalam mingguan dan dalam bulanan.
2. Melakukan peramalan volume penjualan sepeda motor *merk* Yamaha di Kota Surabaya menggunakan pendekatan *Vector Autoregressive* (VAR)
  - a. Melakukan deteksi stasioneritas dalam varians
    - Deteksi stasioneritas dalam varians dilakukan dengan melihat *Box Cox Plot*, apabila belum stasioner dalam varians akan dilakukan transformasi dengan bentuk transformasi seperti pada Tabel 2.1.
    - Deteksi stasioneritas dalam *mean* dapat dilakukan dengan melihat plot MACF, apabila belum stasioner akan dilakukan *differencing*.
  - b. Membuat plot MPACF berdasarkan data yang sudah stasioner untuk menduga model yang terbentuk.
    - Menduga model melalui plot MPACF dan *Minimum Information Criterion*.
  - c. Melakukan estimasi parameter
    - Model yang terbentuk kemudian dilakukan estimasi parameter dengan hipotesis dan statistik uji yang ditunjukkan pada persamaan (2.15), hanya model yang memiliki parameter yang signifikan yang akan dilakukan analisis selanjutnya.
  - d. *Diagnostic Checking*
    - Asumsi *white noise* dapat ditunjukkan dengan hipotesis dan statistik uji pada persamaan (2.16), apabila tidak memenuhi asumsi maka kembali ke poin (b).
    - Asumsi distribusi normal multivariat dapat ditunjukkan dengan hipotesis dan statistik uji pada persamaan (2.18), apabila tidak memenuhi asumsi maka kembali ke poin (b) atau dilakukan deteksi *outlier* kemudian diatasi sehingga normal.

- e. Mengukur kebaikan model menggunakan RMSE seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.11.
  - f. Melakukan peramalan dari model yang terbentuk
    - Sebelum melakukan peramalan terlebih dahulu membuat persamaan dari model yang terbentuk, kemudian baru melakukan peramalan beberapa periode kedepan
3. Melakukan peramalan volume penjualan sepeda motor merk Yamaha di Kota Surabaya menggunakan pendekatan ARIMA Box-Jenkins
- a. Melihat pola data melalui *time series plot*
  - b. Melakukan uji stasioneritas data baik dalam *mean* dan *varians*.
    - Deteksi stasioneritas data dalam *varians* melalui *Box-Cox Plot*, Apabila tidak stasioner terhadap *varians* maka dilakukan transformasi *Box-Cox* dengan bentuk transformasi seperti tabel 2.1.
    - Deteksi stasioneritas data dalam *mean* melalui plot ACF, apabila tidak stasioner terhadap *mean* maka dilakukan *differencing*.
  - c. Menduga Model Yang Terbentuk
    - Menduga model yang terbentuk dapat dilakukan melalui melihat lag yang *cut off* pada plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner dengan ditunjukkan masing-masing pada persamaan (2.6) dan persamaan (2.7).
  - d. Melakukan estimasi parameter
    - Model yang terbentuk kemudian dilakukan estimasi parameter dengan hipotesis dan statistik uji yang ditunjukkan pada persamaan (2.8), model dengan parameter yang signifikan saja yang kemudian dilakukan analisis selanjutnya.
  - e. *Diagnostic Checking*
    - Model yang memiliki parameter yang signifikan kemudian dilakukan pengujian asumsi *white noise* dan distribusi normal.

- Asumsi *white noise* dilakukan dengan hipotesis dan statistik uji yang ditunjukkan pada persamaan (2.9), apabila residual tidak memenuhi asumsi maka kembali ke poin (c).
- Asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan pengujian *Kolmogorov Smirnov* yang ditunjukkan pada hipotesis dan persamaan (2.10), apabila tidak memenuhi asumsi maka kembali ke poin (c).
- f. Mengukur kebaikan model menggunakan RMSE yang ditunjukkan pada persamaan 2.11.
- g. Melakukan peramalan menggunakan model yang terbentuk
  - Sebelum meramalkan terlebih dahulu membuat persamaan model yang terbentuk kemudian dilakukan peramalan untuk beberapa periode kedepan.
- 4. Membandingkan kedua metode melalui nilai terkecil kriteria kebaikan model masing-masing metode.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir dari penelitian ini dapat disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai statistika deskriptif serta ramalan penjualan sepeda motor Yamaha tipe yang paling banyak digemari masyarakat yakni tipe *matic* dan *sport*. Berikut hasil analisisnya.

### 4.1 Karakteristik Data Penjualan Sepeda Motor Yamaha di Surabaya

Karakteristik dari dua tipe sepeda motor ialah dengan melihat rata-rata penjualan, penjualan terendah, dan penjualan tertinggi untuk masing-masing minggu dan bulan. Hal ini juga berkaitan dengan kebaikan model yang terbentuk untuk meramalkan penjualan masing-masing tipe. Berikut karakteristik masing-masing tipe dapat disajikan pada Tabel 4.1

<b>Tabel 4.1</b> Jumlah Penjualan Sepeda Motor Yamaha di Kota Surabaya						
Tipe	Rata-rata		Terendah		Tertinggi	
	Per	Per	Per	Per	Per	Per
	Minggu	Bulan	Minggu	Bulan	Minggu	Bulan
Matic	250	1291	1	271	608	1753
Sport	88	453	1	73	230	726

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa rata-rata penjualan untuk tipe *matic* per minggu selama tahun 2015 hingga 2016 sebesar 250 unit per minggu sedangkan untuk tipe *sport* sebesar 88 unit per minggu. Rata-rata penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* sebesar 1291 unit per bulan, sedangkan untuk tipe *sport* sebanyak 453 unit per bulan. Masing-masing tipe pernah terdapat hanya 1 unit penjualan dalam satu minggu dikarenakan suatu faktor yang diduga beberapa hari dalam minggu tersebut merupakan hari libur nasional sehingga penjualan dalam minggu tersebut kurang maksimal. Penjualan terendah tipe *matic* sebesar 271 unit dalam satu bulan sedangkan untuk tipe *sport* sebesar 73 unit dalam satu bulan yakni masing-masing terjadi pada bulan Desember 2016.

Penjualan tertinggi untuk tipe *matic* sebanyak 608 unit dalam satu minggu, sedangkan untuk tipe *sport* sebanyak 230 dalam satu minggu. Penjualan tipe *matic* tertinggi terjadi pada bulan Juni 2016 yakni sebanyak 1753 unit, sedangkan penjualan tertinggi untuk tipe *sport* terjadi pada Mei 2015 sebanyak 726 unit.

## 4.2 Peramalan Secara *Multivariate* Menggunakan *Vector Autoregressive* (VAR)

Penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* dan tipe *sport* diduga saling berhubungan sehingga akan dilakukan analisis menggunakan metode VAR.

### 4.2.1 Analisis Korelasi Pada Penjualan Sepeda Motor Yamaha

Korelasi digunakan untuk melihat hubungan linier diantara variabel. Hasil matriks korelasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

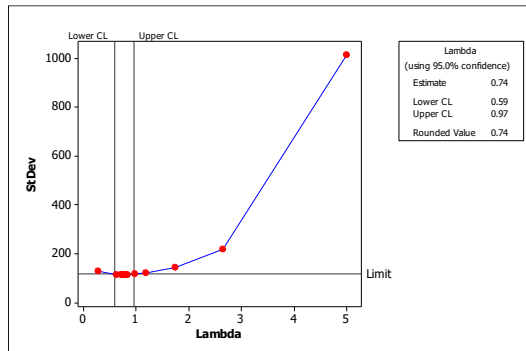
**Tabel 4.2** Matriks Korelasi Tipe *Matic* dan Tipe *Sport*

Tipe	Matic	Sport
Matic	1,000	0,726
Sport	0,726	1,000

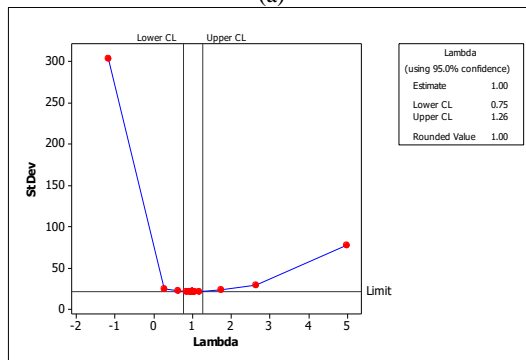
Hipotesis nol adalah tidak ada hubungan linier antar variabel atau tidak ada korelasi antar variabel, maka hipotesis nol ditolak apabila  $p\text{-value} < \alpha = 0,05$ . Didapatkan nilai  $p\text{-value}$  sebesar 0,000 yang berarti hipotesis nol ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua penjualan tipe sepeda motor Yamaha memiliki korelasi. Tabel 4.2 menunjukkan korelasi antar masing-masing penjualan sepeda motor. Matriks korelasi mengindikasikan terdapat hubungan linier positif antara penjualan sepeda Yamaha tipe *matic* dan tipe *sport*.

### 4.2.2 Identifikasi

Langkah pertama yang dilakukan untuk analisis menggunakan metode VAR adalah mengecek stasioneritas data terhadap varians dengan melihat *Box-Cox Plot*, kedua tipe telah stasioner dalam varians seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



(a)

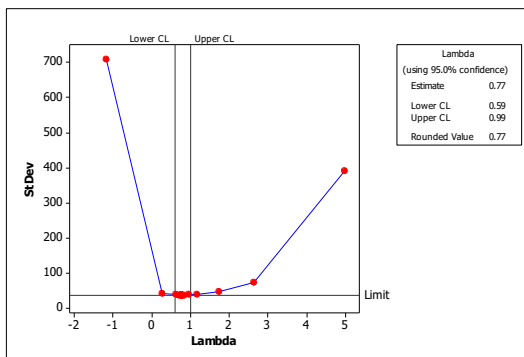


(b)

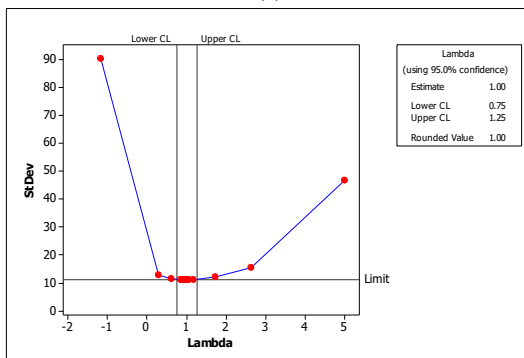
**Gambar 4.1** Box-Cox Plot Sepeda Motor Matic Sebelum *Transformasi* (a)  
Setelah *Transformasi* (b)

Data dikatakan stasioner dalam varians apabila *rounded value* ( $\lambda$ ) bernilai 1 atau nilai batas bawah (LCL) dan nilai batas atas (UCL) yang melewati angka 1. Data penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* belum stasioner dalam varians seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 (a), untuk mengatasi ketidakstasioneran dalam varians dengan melakukan *transformasi Box-Cox* sehingga data telah stasioner seperti pada Gambar 4.1 (b). Gambar 4.1 (b) menunjukkan bahwa nilai LCL sebesar 0,75 dan nilai UCL sebesar 1,26. Berdasarkan nilai LCL dan UCL diketahui bahwa data tersebut telah stasioner dalam varians.

Berikutnya ialah deteksi stasioneritas untuk sepeda motor tipe *sport*. Data penjualan sepeda motor Yamaha tipe *sport* belum stasioner dalam *varians* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 (a) karena nilai  $LCL = 0,59$  dan  $UCL = 0,99$  yang belum melewati angka 1, selanjutnya dilakukan transformasi *Box-Cox* untuk menstasionerkan data hingga data stasioner dalam *varians* seperti pada Gambar 4.2 (b).



(a)



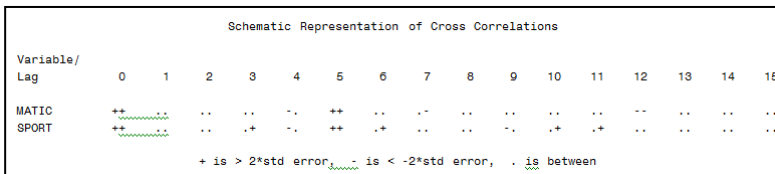
(b)

**Gambar 4.2** *Box-Cox* Plot Sepeda Motor Yamaha Tipe *Sport* Sebelum Transformasi (a) Setelah Transformasi (b)

Gambar 4.2 (b) menunjukkan bahwa nilai  $LCL = 0,75$  dan  $UCL = 1,25$  telah melewati  $\lambda = 1$  yang berarti data telah stasioner

dalam varians. Selanjutnya ialah pemeriksaan kestasioneran terhadap *mean* untuk masing-masing tipe.

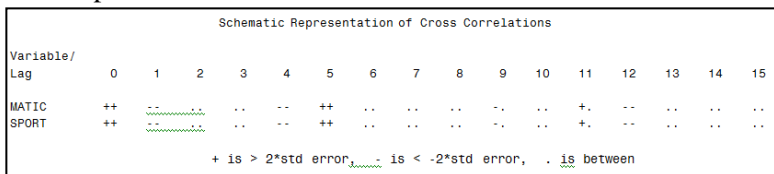
Deteksi stasioneritas selanjutnya ialah melalui plot MACF untuk mengetahui apakah data telah stasioner dalam *mean*.



**Gambar 4.3** Plot MACF Penjualan Sepeda Motor Sebelum *Differencing*

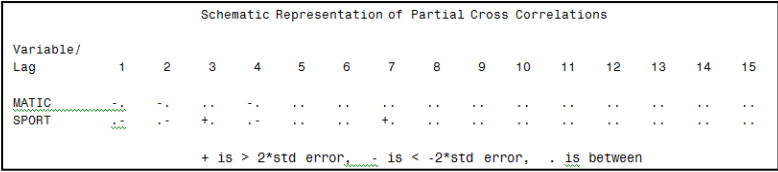
Data dikatakan telah stasioner dalam *mean* secara *multi-variate* apabila tidak terdapat banyak simbol (+) yang muncul secara bersamaan dalam plot MACF. Gambar 4.3 menunjukkan diduga bahwa data penjualan sepeda motor belum stasioner dalam *mean* karena cukup banyak simbol (+) muncul secara bersamaan dalam plot MACF. Data yang belum stasioner dalam *mean* perlu dilakukan differencing 1 untuk mengatasi. Setelah data di differencing 1 maka dilihat kembali plot MACF seperti yang ditunjukkan Gambar 4.4.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa data penjualan sepeda motor Yamaha untuk kedua tipe telah stasioner dalam *mean* secara *multivariate* karena simbol (+) dan (-) hanya muncul pada lag-lag tertentu dan jumlahnya lebih sedikit daripada simbol yang muncul pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Plot MACF Penjualan Sepeda Motor Setelah *Differencing*

Data yang telah stasioner dalam *mean* dan varians selanjutnya dilakukan pendugaan model VAR. Penentuan *order* VAR dapat dilakukan dengan melihat plot Matriks Autokorelasi Parsial (MPACF) pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Plot MPACF Data Penjualan Sepeda Motor Yamaha

Plot MPACF menunjukkan symbol (+) dan (-) pada lag 1 2,3,4, dan 7 sehingga di duga orde VAR memuat angka-angka tersebut. Pemilihan orde VAR juga dapat melalui informasi nilai AIC terkecil pada *Minimum Information Criterion* di Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** *Minimum Information Criterion*

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	10.9004	10.1920	10.2128	10.2486	10.3001	10.2014
AR 1	10.4217	10.1529	10.1875	10.2029	10.2364	10.1661
AR 2	10.2319	10.1488	10.2199	10.1769	10.1430	10.1223
AR 3	10.1785	10.0850	10.1427	10.0253	9.97397	10.0260
AR 4	<b>9.66268</b>	9.73167	9.80049	9.81324	9.90688	9.89706

Ket : Angka yang dibold merupakan nilai terkecil yang terpilih

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa AR(4) dan MA(0) merupakan *orde* yang memiliki nilai AIC terkecil sehingga mendukung dugaan model sementara yaitu VARIMA(4,1,0).

**4.2.3 Estimasi Parameter**

Langkah selanjutnya ialah melakukan estimasi parameter untuk mengetahui signifikansi. Hasil signifikansi parameter sebelum dilakukan *restrict* seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa terdapat 16 parameter yang terbentuk. Hipotesis nol ialah parameter tidak signifikan, oleh sebab itu hanya terdapat 6 parameter yang signifikan karena nilai  $|t_{hitung}| > t_{0,025,db}=2,27$ . Parameter yang tidak signifikan dapat diatasi dengan melakukan *restrict*. Hasil parameter yang di *restrict* dapat dilihat seperti pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Estimasi Parameter VARIMA(4,1,0) Sebelum *Re-strict*

Tipe	Parameter	Estimate	Std Error	t
Matic	$\phi_{111}$	-0.82849	0.17974	<b>-4.61</b>
	$\phi_{112}$	0.08319	0.36326	0.23
	$\phi_{211}$	-0.72832	0.20424	<b>-3.57</b>
	$\phi_{212}$	0.10785	0.42859	0.25
	$\phi_{311}$	-0.68491	0.20132	<b>-3.4</b>
	$\phi_{312}$	0.21223	0.42141	0.5
	$\phi_{411}$	-0.57869	0.1763	<b>-3.28</b>
	$\phi_{412}$	0.01433	0.34819	0.04
Sport	$\phi_{121}$	-0.06911	0.09466	-0.73
	$\phi_{122}$	-0.73416	0.19131	<b>-3.84</b>
	$\phi_{221}$	-0.08688	0.10756	-0.81
	$\phi_{222}$	-0.57562	0.22571	<b>-2.55</b>
	$\phi_{321}$	-0.14052	0.10602	-1.33
	$\phi_{322}$	-0.31508	0.22193	-1.42
	$\phi_{421}$	-0.10331	0.09285	-1.11
	$\phi_{422}$	-0.31468	0.18337	-1.72

Ket : Parameter yang dibold merupakan parameter yang signifikan

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa sudah tidak ada lagi parameter yang tidak signifikan setelah *direstrict*. Penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* Selanjutnya ialah pengecekan asumsi *white noise* dan distribusi normal pada residual.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Estimasi Parameter VARIMA(4,1,0) Setelah *Restrict*

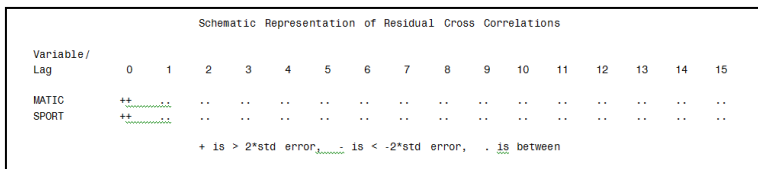
Tipe	Parameter	Estimate	Std Error	t
Matic	$\phi_{111}$	-0.75163	0.06148	-12.23
	$\phi_{211}$	-0.62691	0.07258	-8.64
	$\phi_{311}$	-0.50849	0.07225	-7.04
	$\phi_{411}$	-0.4945	0.06135	-8.06

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Estimasi Parameter VARIMA(4,1,0) Setelah *Re-strict*(Lanjutan)

	Type	Parameter	Estimate	Std Error	t
Sport		$\phi_{122}$	-0.8211	0.06573	-12.49
		$\phi_{222}$	-0.68854	0.0803	-8.57
		$\phi_{322}$	-0.51375	0.07951	-6.46
		$\phi_{422}$	-0.43985	0.06382	-6.89

#### 4.2.4 Diagnostic Checking

Setelah melakukan pengecekan signifikansi parameter, langkah selanjutnya ialah memeriksa asumsi dari model yang diduga yakni asumsi *white noise* menggunakan plot MCCF seperti pada Gambar 4.10.

**Gambar 4.6** Plot MCCF VARIMA(4,1,0)

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan sudah tidak ada lag yang signifikan yang belum dimasukkan dalam model, sehingga dapat dikatakan bahwa data telah memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya ialah pengecekan asumsi distribusi normal.

Model dikatakan telah memenuhi asumsi *multivariate normal* apabila lebih dari 50% proporsi residual data kurang dari  $\chi^2_{0,5;2}$ . Model VARIMA(4,1,0) telah memenuhi asumsi distribusi normal dikarenakan terdapat 46,42% yang kurang dari  $\chi^2_{0,5;2}$ .

#### 4.2.5 Kriteria Kebaikan Model

Kriteria kebaikan model digunakan untuk membandingkan metode VAR dengan menggunakan RMSE. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.6.



**Tabel 4.6** Kriteria Kebaikan Model VARIMA(4,1,0)

Tipe	Matic	Sport
RMSE	196,24	34,89

Tabel 4.6 menunjukkan nilai kebaikan model untuk masing-masing tipe. Selanjutnya akan dilakukan peramalan untuk beberapa periode kedepan dari model yang terpilih

#### 4.2.6 Forecasting

Perhitungan model VARIMA(4,1,0) menghasilkan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &(\mathbf{I} - \Phi_1 B^1 - \Phi_2 B^2 - \Phi_3 B^3 - \Phi_4 B^4)(1 - B)\dot{\mathbf{Z}}_t = \mathbf{a}_t \\
 &Z_t = Z_{t-1} + \Phi_1 Z_{t-1} - \Phi_1 Z_{t-2} + \Phi_2 Z_{t-2} - \Phi_2 Z_{t-3} + \Phi_3 Z_{t-3} - \Phi_3 Z_{t-4} + \Phi_4 Z_{t-4} - \Phi_4 Z_{t-5} + \mathbf{a}_t \\
 &\begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t} \\ \dot{Z}_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-1} \\ \dot{Z}_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0,7516 & 0 \\ 0 & -0,8211 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-1} \\ \dot{Z}_{2,t-1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0,7516 & 0 \\ 0 & -0,8211 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-2} \\ \dot{Z}_{2,t-2} \end{bmatrix} + \\
 &\quad \begin{bmatrix} -0,62691 & 0 \\ 0 & -0,68854 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-2} \\ \dot{Z}_{2,t-2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0,62691 & 0 \\ 0 & -0,68854 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-3} \\ \dot{Z}_{2,t-3} \end{bmatrix} + \\
 &\quad \begin{bmatrix} -0,50849 & 0 \\ 0 & -0,51375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-3} \\ \dot{Z}_{2,t-3} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0,50849 & 0 \\ 0 & -0,51375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-4} \\ \dot{Z}_{2,t-4} \end{bmatrix} + \\
 &\quad \begin{bmatrix} -0,4945 & 0 \\ 0 & -0,4398 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-4} \\ \dot{Z}_{2,t-4} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0,4945 & 0 \\ 0 & -0,4398 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{1,t-5} \\ \dot{Z}_{2,t-5} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{1,t} \\ a_{2,t} \end{bmatrix} \\
 &\dot{Z}_{1,t} = \dot{Z}_{1,t-1} - 0,7516\dot{Z}_{1,t-1} + 0,7516\dot{Z}_{1,t-2} - 0,62691\dot{Z}_{1,t-2} + 0,62691\dot{Z}_{1,t-3} - \\
 &\quad 0,50849\dot{Z}_{1,t-3} + 0,50849\dot{Z}_{1,t-4} - 0,4945\dot{Z}_{1,t-4} + 0,4945\dot{Z}_{1,t-5} + a_{1,t} \\
 &\dot{Z}_{2,t} = \dot{Z}_{2,t-1} - 0,8211\dot{Z}_{2,t-1} + 0,8211\dot{Z}_{2,t-2} - 0,68854\dot{Z}_{2,t-2} + 0,68854\dot{Z}_{2,t-3} - \\
 &\quad 0,51375\dot{Z}_{2,t-3} + 0,51375\dot{Z}_{2,t-4} - 0,473985\dot{Z}_{2,t-4} + 0,473985\dot{Z}_{2,t-5} + a_{2,t}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan model yang terbentuk diketahui bahwa pola penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* dipengaruhi oleh penjualan tipe *matic* pada 1 hingga 5 minggu sebelumnya, begitu pula untuk tipe *sport*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penjualan masing-masing tipe tidak dipengaruhi

penjualan tipe lainnya, sehingga perlu dilakukan analisis secara *univariate*.

Model yang terpilih dan telah memenuhi asumsi selanjutnya digunakan untuk meramal 15 periode kedepan yakni periode 1 Januari 2017 hingga 31 Maret 2017. Hasil ramalan dapat dilihat pada Tabel 4.13

**Tabel 4.7** Ramalan Masing-Masing Tipe Menggunakan VAR

Periode	Matic	Sport
125	22	8
126	62	17
127	60	15
128	50	16
129	24	8
130	31	11
131	47	14
132	48	13
133	46	14
134	35	11
135	37	12
136	43	13
137	44	13
138	43	13
139	39	12

Tabel 4.7 menunjukkan hasil ramalan dari periode 1 Januari 2017 hingga 31 Maret 2017 sebanyak 15 minggu. Penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* berada pada kisaran 21 unit per minggu hingga 62 unit per minggu. Penjualan sepeda motor Yamaha tipe *sport* berada pada kisaran 8 unit per minggu hingga 17 unit per minggu.

### 4.3 Peramalan Secara *Uvivariate* Menggunakan ARIMA

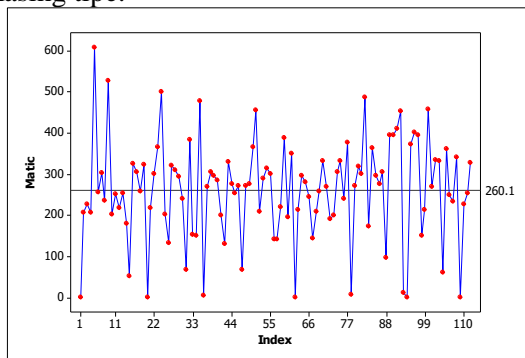
Pembentukan model ARIMA dilakukan pada masing-masing tipe penjualan sepeda motor. Tipe sepeda motor yang

diramalkan ialah tipe *matic* dan tipe *sport* karena merupakan penjualan yang tertinggi.

Analisis dilakukan dimulai dari mengidentifikasi pola data, mengestimasi parameter, melakukan *diagnostic checking*, dan terakhir baru melakukan *forecasting*.

#### 4.3.1 Identifikasi Pola Data

Identifikasi yang pertama kali dilakukan adalah melihat pola data untuk masing-masing data. Berikut hasil pola data untuk masing-masing tipe.

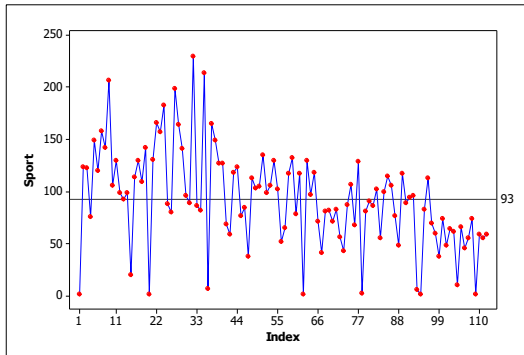


**Gambar 4.7** Time Series Plot Sepeda Motor Tipe *matic*

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa plot sepeda motor Yamaha tipe *matic* berfluktuatif disekitar nilai rata-rata yaitu 260,1 unit per minggu, sehingga diindikasikan data penjualan sepeda motor tipe *matic* telah stasioner. Penjualan sepeda motor tertinggi pada minggu ke 5 bulan Januari 2015 yaitu sebesar 608 unit dalam seminggu, dan diantaranya terdapat penjualan juga cukup tinggi untuk sepeda motor Yamaha tipe *matic* yaitu pada minggu ke 9, 24, 35, dan minggu ke 82. Penjualan terendah terjadi pada minggu ke 1, 20, 36, 62, 78, 94, dan minggu ke 109 yakni hanya 1 unit dalam satu minggu.

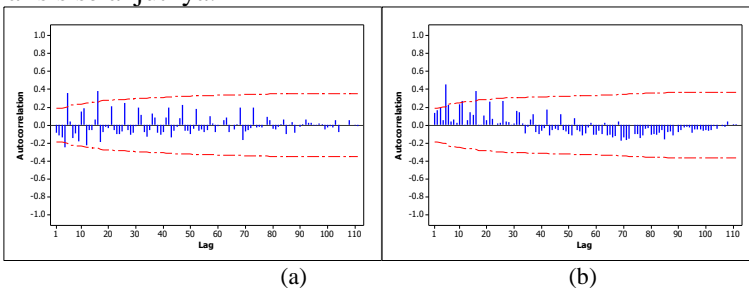
Gambar 4.8 menunjukkan plot penjualan sepeda motor Yamaha tipe *sport* terindikasi belum stasioner dikarenakan tidak berfluktuatif disekitar nilai rata-rata yaitu 93 unit per minggu. Penjualan sepeda motor tertinggi terjadi pada minggu ke 32

sebanyak 230 unit dalam satu minggu, dan untuk penjualan tertinggi lainnya terjadi pada minggu ke 9, 27, dan minggu ke 35. Penjualan terendah terjadi pada minggu ke 1, 20, 36, 62, 78, 94, dan minggu ke 109 sebanyak satu unit dalam satu minggu.



**Gambar 4.8** Time Series Plot Sepeda Motor *Sport*

Langkah selanjutnya ialah deteksi stasioneritas data. Analisis *Box-Cox* untuk pemeriksaan kestasioneran terhadap varians dan pemeriksaan kestasioneran terhadap *mean* menggunakan plot ACF. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam varians, sehingga dapat dilakukan ke analisis selanjutnya.

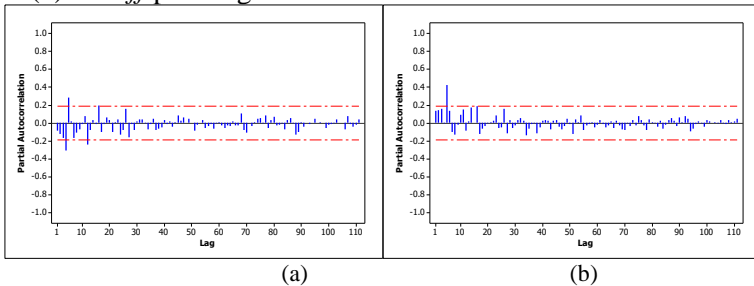


**Gambar 4.9** ACF Plot Data Penjualan Sepeda Motor Tipe *Matic* (a) dan *Sport* (b)

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa plot ACF sepeda motor Yamaha tipe *matic* dan *sport* turun cepat sehingga mengindikasikan data penjualan sepeda motor telah stasioner dalam *mean* sehingga tidak perlu dilakukan *differencing*.

Selanjutnya plot ACF dan PACF digunakan untuk menduga model yang digunakan untuk meramalkan penjualan sepeda motor beberapa periode kedepan.

Plot ACF penjualan sepeda motor tipe *matic* seperti yang ditunjukkan Gambar 4.9(a) *cut off* pada lag ke 4,5, dan 16, sedangkan untuk tipe *sport* seperti yang ditunjukkan Gambar 4.9(b) *cut off* pada lag ke 5 dan 16.



**Gambar 4.10** PACF Plot Data Penjualan Sepeda Motor Tipe Matic

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa plot PACF data penjualan sepeda motor Yamaha tipe matic terdapat *cut off* pada lag ke 4,5,12, dan 16, sedangkan tipe *sport cut off* pada lag ke 5. Sehingga dapat diduga model terbentuk seperti pada Tabel 4.8.

### 4.3.2 Estimasi Parameter

Model-model sementara yang diduga dapat digunakan untuk meramalkan data penjualan untuk masing-masing tipe sepeda motor. Setelah mendapatkan model sementara selanjutnya dilakukan uji asumsi kenormalan dan *white noise*.

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa dari pendugaan model awal untuk sepeda motor Yamaha tipe *matic*, terdapat 6 model ARIMA yakni  $([5][16],0,0)$ ,  $([5],0,[16])$ ,  $([4][5],0,[16])$ ,  $([4][5],0,0)$ ,  $([5][16],0,[4])$ . Model yang akan dilakukan analisis selanjutnya ialah yang memiliki parameter yang signifikan. Kelima dugaan model tersebut memiliki nilai parameter yang signifikan karena nilai  $|t| > t_{\alpha/2, n-p}$ .

**Tabel 4.8** Pendugaan Model Sementara Sepeda Motor *Matic*

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	S.E	t	p-value
([5][16],0,0)	$\mu$	57,99174	4,65452	12,46	<0,0001
	$\phi_5$	0,31908	0,08667	3,68	0,0004
	$\phi_{16}$	0,37994	0,09018	4,21	<0,0001
([5],0,[16])	$\mu$	58,48597	3,51363	16,65	<0,0001
	$\phi_5$	-0,31241	0,09506	-3,29	0,0014
	$\theta_{16}$	0,32729	0,09283	3,53	0,0006
([4][5],0,[16])	$\mu$	59,01593	2,6247	22,48	<0,0001
	$\phi_4$	-0,21689	0,09068	-2,39	0,0185
	$\phi_5$	0,32333	0,09090	3,55	0,0185
	$\theta_{16}$	-0,29345	0,09675	-3,03	0,0030
([4][5],0,0)	$\mu$	59,16126	2,26534	26,12	<0,0001
	$\phi_4$	-0,23446	0,08925	-2,63	0,0099
	$\phi_5$	0,36473	0,08945	4,08	<0,0001
([5],0,[12])	$\mu$	58,87404	2,41500	24,38	<0,001
	$\phi_5$	0,34282	0,09360	3,66	0,0004
	$\theta_{12}$	0,21660	0,09854	2,2	0,0301
([5][16],0,[4])	$\mu$	59,06513	3,38929	17,43	<0,0001
	$\phi_5$	0,29325	0,08869	3,31	0,0013
	$\phi_{16}$	0,36151	0,09318	3,88	0,0002
	$\theta_4$	0,22182	0,09612	2,31	0,0229

Dugaan model untuk sepeda motor Yamaha tipe *sport* dapat ditunjukkan pada Tabel 4.9. Didapatkan model awal dugaan sebanyak 4 model.

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa 4 pendugaan model awal untuk sepeda motor Yamaha tipe *sport* hanya terdapat 3 model yang memiliki nilai parameter yang signifikan. Selanjutnya ialah pemeriksaan asumsi *white noise* dan kenormalan untuk model yang memiliki parameter yang signifikan.

**Tabel 4.9** Pendugaan Model Sepeda Motor Yamaha Tipe *Sport*

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	S.E	t	p-value
([5],0,0)	$\mu$	<b>31,38240</b>	<b>2,06978</b>	<b>15.16</b>	<b>&lt;0,0001</b>
	$\phi_5$	<b>0,48651</b>	<b>0,08685</b>	<b>5.6</b>	<b>&lt;0,0001</b>
([5][16],0,0)	$\mu$	<b>31,23923</b>	<b>2,85654</b>	<b>10.94</b>	<b>&lt;0,0001</b>
	$\phi_5$	<b>0,40072</b>	<b>0,08535</b>	<b>4.69</b>	<b>&lt;0,0001</b>
	$\phi_{16}$	<b>0,33106</b>	<b>0,08891</b>	<b>3.72</b>	<b>0,0003</b>
([5],0,[5])	$\mu$	31,39629	2,20955	14.21	<0,0001
	$\phi_5$	0,57783	0,17365	3.33	0,0012
	$\theta_5$	0,11582	0,20357	0.57	0,5706
([16],0,[5])	$\mu$	<b>31,08125</b>	<b>2,10978</b>	<b>14.73</b>	<b>&lt;0,0001</b>
	$\phi_{16}$	<b>0,37748</b>	<b>0,09499</b>	<b>3.97</b>	<b>0,0001</b>
	$\theta_5$	<b>-0,36352</b>	<b>0,09002</b>	<b>-4.04</b>	<b>0,0001</b>

Ket : Model yang dibold ialah model dengan parameter signifikan

#### 4.3.3 Diagnostic Checking

Model yang memiliki parameter yang signifikan, kemudian harus diperiksa residualnya untuk mengetahui apakah model telah memenuhi asumsi. Residual dikatakan telah berdistribusi normal apabila memiliki nilai  $D < D_{KS}$ . Data dikatakan telah memenuhi asumsi *white noise* apabila nilai  $\chi_{hitung} < \chi^2_{\alpha,df}$ . Hasil pengecekan asumsi *white noise* dan kenormalan seperti pada Tabel 4.10 untuk tipe *matic* dan Tabel 4.11 untuk tipe *sport*.

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa terdapat hanya satu model dari 6 model dugaan untuk sepeda motor Yamaha tipe *matic* yang memenuhi kedua asumsi, yaitu model  $ARIMA([5][16],0,[4])$ . Hipotesis nol untuk asumsi *white noise* ialah residual data telah memenuhi asumsi *white noise*, dengan nilai  $\chi_{hitung}$  ke empat *lag* yang menunjukkan lebih kecil  $\chi^2_{\alpha,df}$  sehingga hipotesis nol gagal ditolak dan dapat disimpulkan bahwa model dugaan telah memenuhi asumsi *white noise*. Asumsi kedua ialah hipotesis nol residual data telah memenuhi asumsi berdistribusi

normal, dengan nilai  $D < D_{1-\alpha, 112}$  hanya terdapat dalam model ARIMA  $([5][16], 0, [4])$ , maka dapat disimpulkan model dugaan tersebut telah memenuhi asumsi distribusi normal dan dapat dilakukan ke analisis selanjutnya.

**Tabel 4.10** Asumsi *White Noise* dan Normalitas Tipe *Matic*

Model ARIMA	White Noise			Normalitas KS (D)
	DF	<i>Chi-Square</i>	$\chi^2_{\alpha, df}$	
([5][16], 0, 0)	4	5,83	9,4877	0,084162
	10	9,99	18,3070	
	16	13,22	26,2962	
	22	15,98	33,9244	
([5], 0, [16])	4	7,01	9,4877	0,104822
	10	11,22	18,3070	
	16	15,30	26,2962	
	22	18,22	33,9244	
([4][5], 0, [16])	4	3,31	9,4877	0,093134
	10	8,24	18,3070	
	16	11,34	26,2962	
	22	13,96	33,9244	
([4][5], 0, 0)	4	2,83	9,4877	0,09049
	10	8,64	18,3070	
	16	25,59	26,2962	
	22	29,58	33,9244	
([5], 0, [12])	4	5,42	9,4877	0,1128
	10	9,6	18,3070	
	16	24,48	26,2962	
	22	26,49	33,9244	
([5][16], 0, [4])	<b>4</b>	<b>2,43</b>	<b>9,4877</b>	<b>0,061606</b>
	<b>10</b>	<b>7,14</b>	<b>18,3070</b>	
	<b>16</b>	<b>10,28</b>	<b>26,2962</b>	
	<b>22</b>	<b>13,32</b>	<b>33,9244</b>	

Ket: Model yang dibold merupakan yang memenuhi kedua asumsi



Asumsi pertama dengan hipotesis nol ialah residual telah memenuhi asumsi *white noise*, ketiga model menunjukkan nilai  $\chi_{hitung} < \chi^2_{\alpha, df}$  sehingga hipotesis nol gagal ditolak dan dapat disimpulkan residual data telah memenuhi asumsi *white noise*. Asumsi kedua dengan hipotesis nol ialah residual data telah memenuhi asumsi berdistribusi normal, ketiga model memiliki nilai  $D < D_{1-\alpha, 112}$  sehingga hipotesis nol gagal ditolak dan dapat disimpulkan bahwa data telah memenuhi asumsi distribusi normal. Model tersebut ialah ARIMA ([5],0,0), ARIMA ([5][16],0,0), dan ARIMA([16],0,[5]) seperti yang tersaji pada Tabel 4.11. Selanjutnya ialah memilih model terbaik berdasarkan kriteria.

**Tabel 4.11** Asumsi *White Noise* dan Normalitas Tipe *Sport*

Model ARIMA	DF	White Noise		Normalitas KS (D)
		Chi-Square	$\chi^2_{\alpha, df}$	
([5],0,0)	5	6,52	11,07	0.081352
	11	8,18	19,67	
	17	22,66	27,58	
	23	25,56	35,17	
([5][16],0,0)	4	6,28	9,48	0.049896
	10	8,80	18,30	
	16	13,72	26,29	
	22	17,33	33,92	
([16],0,[5])	4	6,42	9,48	0.067998
	10	10,95	18,30	
	16	15,04	26,29	
	22	20,18	33,92	

#### 4.3.4 Pemilihan Model Terbaik

Menentukan model terbaik dengan membandingkan nilai error terkecil. Digunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk menentukan model yang terbaik.

Tabel 4.12 menunjukkan nilai RMSE terendah untuk sepeda motor Yamaha tipe *matic* ialah ARIMA ([5,16],0,[4]). Persamaan model tipe *matic* yang terbentuk ialah

$$\hat{Z}_t = \mu + \phi_5 \hat{Z}_{t-5} + \phi_{16} \hat{Z}_{t-16} + \theta_4 a_{t-4} + a_t$$

$$\dot{Z}_t = 59,06513 + 0,29325\dot{Z}_{t-5} + 0,36151\dot{Z}_{t-16} - 0,22182a_{t-4} + a_t$$

Berdasarkan persamaan model yang terbentuk, penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* berpola. Dengan pola penjualan dipengaruhi oleh penjualan 5 minggu, 16 minggu, dan 4 minggu sebelumnya.

**Tabel 4.12** Kriteria Kebaikan Model Sepeda Motor Yamaha

Type	Model	RMSE
<i>Matic</i>	([5,16],0,[4])	143,1741
	([5],0,0)	46,17214
<i>Sport</i>	<b>([5,16],0,0)</b>	<b>35,29727</b>
	([16],0,[5])	41,46263

Model terbaik untuk sepeda motor Yamaha tipe *sport* ialah ARIMA ([5,16],0,0) karena berdasarkan kriteria MSE yang terendah. Berikut persamaan modelnya.

$$\dot{Z}_t = \mu + \phi_5\dot{Z}_{t-5} + \theta_{16}\dot{Z}_{t-16} + a_t$$

$$\dot{Z}_t = 31,23923 + 0,40072\dot{Z}_{t-5} + 0,33106\dot{Z}_{t-16} + a_t$$

Model yang terbentuk menunjukkan penjualan sepeda motor Yamaha tipe *sport* berpola. Dengan pola penjualan dipengaruhi oleh penjualan 5 minggu dan 16 minggu sebelumnya.

#### 4.3.5 Forecasting

Hasil ramalan (*forecast*) untuk 15 periode kedepan untuk masing-masing tipe seperti pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Peramalan Penjualan 15 Periode Kedepan Menggunakan ARIMA

Periode	<i>Tipe Matic</i>	<i>Tipe Sport</i>
125	76	13
126	203	48
127	214	46
128	233	47
129	152	38
130	155	35
131	174	45
132	241	61
133	230	57

**Tabel 4.13** Peramalan Penjualan 15 Periode Kedepan Menggunakan ARIMA

(Lanjutan)

Periode	<i>Tipe Matic</i>	<i>Tipe Sport</i>
134	230	57
135	197	57
136	123	32
137	189	51
138	179	49
139	162	49

Tabel 4.13 menunjukkan ramalan penjualan sepeda motor Yamaha di Kota Surabaya. Ramalan tersebut dilakukan selama 15 minggu atau setara penjualan dari Januari 2017 hingga akhir Maret 2017 dengan satuan unit sepeda motor per minggu.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penjualan tertinggi dilakukan oleh sepeda motor tipe *matic* yakni dengan rata-rata masing-masing berkisar 250 unit per minggu sedangkan tipe *sport* hanya 88 unit per minggu, kedua tipe pernah mengalami penjualan terendah yakni dalam satu minggu hanya terjual satu unit dikarenakan beberapa faktor. Penjualan tertinggi pada tipe *matic* dalam penjualan bulanan pernah menyentuh angka 1753 unit dalam satu bulan, sedangkan untuk tipe *sport* sebanyak 726 unit per bulan.
2. Hasil *forecast* yang terpilih secara *multivariate* menggunakan VAR ialah VARIMA(4,1,0). Persamaan model yang terbentuk menunjukkan bahwa pola penjualan sepeda motor Yamaha tipe *matic* dipengaruhi oleh penjualan tipe *matic* pada 1 hingga 5 minggu sebelumnya, begitu pula untuk tipe *sport*. Hal ini menunjukkan pula bahwa antar penjualan tidak saling mempengaruhi, sehingga perlu dilakukan analisis secara *univariate*.
3. Hasil *forecast* model yang terpilih secara *univariate* menggunakan ARIMA untuk tipe *matic* ialah ARIMA([5][16],0,[4]). Model ini akan digunakan untuk meramalkan 15 periode kedepan yakni minggu awal Januari 2017 hingga minggu akhir Maret 2017. Model terpilih untuk tipe *sport* ialah ARIMA([5][16],0,0) yang juga akan digunakan untuk meramalkan 15 periode kedepan. Berdasarkan persamaan model menunjukkan penjualan sepeda motor tipe *matic* memiliki pola penjualan yang dipengaruhi oleh penjualan 5 minggu, 16 minggu dan 4 minggu sebelumnya. Penjualan tipe *sport* memiliki pola

penjualan yang dipengaruhi oleh 5 dan 16 minggu sebelumnya.

4. Berdasarkan kriteria kebaikan model metode yang terbaik untuk meramalkan penjualan sepeda motor Yamaha untuk tipe *matic* menggunakan ARIMA dan untuk tipe *sport* menggunakan VARIMA karena nilai kriteria kebaikan model yang masing-masing lebih kecil. Namun pada analisis secara *multivariate* ternyata penjualan antar tipe tidak saling mempengaruhi sehingga metode terbaik untuk meramalkan penjualan sepeda motor ialah menggunakan ARIMA.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, saran yang diberikan kepada perusahaan ialah menyiapkan permintaan unit sepeda motor kurang lebih seperti hasil ramalan, namun hasil ramalan ini tidak selalu menjadi acuan karena perusahaan dapat mempertimbangkan faktor-faktor lain. Penelitian selanjutnya sebaiknya menambah metode lain yang mungkin nilai ramalannya lebih baik dari kedua metode dalam penelitian ini, hal ini bisa dilihat dengan membandingkan nilai terkecil dalam kriteria pemilihan model.

## DAFTAR PUSTAKA

- AIISI. (2015). Retrieved February 9, 2017, from Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia: [www.aisi.or.id/statistic/](http://www.aisi.or.id/statistic/)
- Anggraeni, A. D., & Suharsono, A. (2014). Peramalan Penjualan Sepeda Motor Tiap Jenis di Wilayah Surabaya dan Blitar dengan Model ARIMA Box-Jenkins dan Vector Autoregressive (VAR). *Jurnal Sains dan Seni POMITS* , 3, D-326.
- Bowerman, B. L., & O'Connell, D. (1993). *Forecasting and Time Series: An Applied Approach* (3th ed.). California: Duxbury Press.
- BPS. (2016). *Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur* Retrieved February 9, 2017, from <https://jatim.bps.go.id/linkTable-Dinamis/view/id/31>
- Cahyaningtyas, A., & Setiawan. (2014). Pemodelan dan Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Surabaya dengan ARIMAX Variasi Kalender. *Jurnal Sains dan Seni POMITS* .
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Harahap, M. R., & Suharsono, A. (2014). *Analisis Peramalan Penjualan Sepeda Motor di Kabupaten Ngawi dengan ARIMA dan ARIMAX*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistika, Surabaya.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Manajemen Operasi* (9 ed., Vol. 1). (C. Sungkono, Trans.) Jakarta: Salemba Empat.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6 ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode Dan Aplikasi Peramalan*. (U. S. Andriyanto, & A. Basith, Trans.) Jakarta: Binarupa Aksara.

- Tsay, R. S. (2014). *Multivariate Time Series Analysis With R and Financial Applications*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (Second ed.). United States of America: Pearson Education, Inc.



## LAMPIRAN

### **Lampiran 1 : Data Penjualan Sepeda Motor Yamaha 2015-2016**

Minggu Ke	Matic	Sport	Minggu Ke	Matic	Sport
1	1	1	28	311	164
2	207	124	29	295	141
3	226	123	30	240	96
4	206	76	31	68	89
5	608	149	32	384	230
6	256	120	33	152	86
7	304	158	34	151	82
8	237	142	35	478	214
9	527	207	36	5	7
10	203	106	37	269	165
11	251	130	38	305	149
12	217	99	39	297	127
13	253	93	40	285	127
14	180	99	41	201	69
15	53	20	42	130	59
16	326	114	43	331	118
17	305	130	44	277	124
18	258	109	45	253	77
19	324	142	46	272	85
20	1	1	47	67	38
21	219	131	48	272	113
22	302	166	49	276	103
23	366	157	50	366	105
24	501	183	51	455	135
25	203	88	52	210	99
26	132	80	53	289	106
27	322	199	54	314	130

**Lampiran 1:** Data Penjualan Sepeda Motor Yamaha (Lanjutan)

Minggu Ke	Matic	Sport	Minggu Ke	Matic	Sport
55	302	102	79	271	81
56	141	52	80	318	91
57	142	65	81	302	86
58	220	117	82	488	102
59	389	132	83	173	55
60	195	78	84	365	100
61	351	117	85	296	115
62	1	1	86	277	106
63	214	130	87	305	77
64	296	97	88	98	48
65	281	118	89	396	117
66	246	71	90	396	89
67	144	41	91	410	94
68	209	81	92	453	96
69	259	82	93	12	6
70	333	71	94	1	1
71	269	83	95	374	83
72	191	56	96	401	113
73	201	43	97	395	70
74	305	87	98	151	60
75	332	107	99	213	38
76	240	68	100	459	74
77	377	129	101	269	48
78	8	2	102	334	64

**Lampiran 1 (Lanjutan) : Data Penjualan Sepeda Motor Yamaha**

<u>Minggu Ke</u>	<u>Matic</u>	<u>Sport</u>
103	333	62
104	62	10
105	361	66
106	250	46
107	234	55
108	342	74
109	1	1
110	226	59
111	253	55
112	327	59
113	275	70
114	166	38
115	103	23
116	281	68
117	231	55
118	311	66
119	209	70
120	11	1
121	111	25
122	94	23
123	54	23
124	1	1

**Lampiran 2 : Data Transformasi**

Matic2	sport2
1.0000	1.0000
51.4948	40.9635
54.9479	40.7088
51.3108	28.0958
114.1874	47.1882
60.2505	39.9419
68.4106	49.3687
56.9124	45.4713
102.7365	60.7867
50.7574	36.3022
59.3785	42.4818
53.3221	34.4413
59.7278	32.8221
46.4409	34.4413
18.8120	10.0480
72.0362	38.3947
⋮	⋮
73.3387	24.6126
73.1763	24.0180
21.1242	5.8914
77.6758	25.2029
59.2036	19.0849
56.3790	21.9010
74.6330	27.5246
1.0000	1.0000
54.9479	23.1178
59.7278	21.9010
72.1995	23.1178

**Lampiran 3:** *Syntax* SAS Tipe *Matic* model ARIMA([5][16],0,4)

```
data matic;
input x;
datalines;
1.000
51.495
54.948
:
:
54.948
59.728
72.199
;
proc arima data=matic;
identify var = x(0);
run;
estimate p=(5,16) q=(4) method=cls;
forecast out= ramalan lead=12;
run;
outlier maxnum=5 alpha=0.05;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=work.ramalan
outfile="d:\ramalancls\matic5164.xls"
dbms=excel97
replace;
sheet="1";
run;
```

Lampiran 4: *Output* SAS Tipe *Matic* model ARIMA([5][16],0,4)

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error		t Value		Approx Pr >  t		Lag
MU	59.06513		3.38929		17.43		<.0001		0
MA1,1	0.22182		0.09612		2.31		0.0229		4
AR1,1	0.29325		0.08869		3.31		0.0013		5
AR1,2	0.36151		0.09318		3.88		0.0002		16
Constant Estimate					20.39161				
Variance Estimate					393.3826				
Std Error Estimate					19.83387				
AIC					990.9447				
SBC					1001.819				
Number of Residuals					112				
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	2.43	3	0.4889	-0.025	-0.064	-0.122	0.012	-0.022	-0.024
12	7.14	9	0.6229	-0.002	-0.026	-0.102	-0.025	0.115	-0.112
18	10.28	15	0.8019	0.018	0.024	0.010	-0.017	-0.143	0.041
24	13.32	21	0.8970	0.079	-0.009	-0.074	0.062	-0.045	-0.062
Model for variable x									
Estimated Mean					59.06513				
Autoregressive Factors									
Factor 1: 1 - 0.29325 B**(5) - 0.36151 B**(16)									
Moving Average Factors									
Factor 1: 1 - 0.22182 B**(4)									
The SAS System									
Obs	Forecast	Std Error		95% Confidence Limits					
113	78.5400	19.8339		39.6663 117.4137					
114	33.3705	19.8339		-5.5031 72.2442					
115	57.6216	19.8339		18.7479 96.4953					
116	70.5874	19.8339		31.7137 109.4610					
117	64.1573	20.3160		24.3388 103.9759					
118	69.9363	21.1322		28.5181 111.3546					
119	56.6313	21.1322		15.2131 98.0496					
120	44.9258	21.1322		3.5075 86.3440					
121	69.1720	21.1322		27.7538 110.5903					
122	60.6086	21.1715		19.1133 102.1040					
123	61.2821	21.2401		19.6523 102.9119					
124	63.9793	21.2401		22.3495 105.6091					
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.983259		Pr < W	0.1750				
Kolmogorov-Smirnov	D	0.061606		Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises	W-Sq	0.092111		Pr > W-Sq	0.1441				
Anderson-Darling	A-Sq	0.596807		Pr > A-Sq	0.1215				

**Lampiran 5:** *Syntax SAS Tipe Sport model ARIMA([5][16],0,0)*

```
data sport;
input x;
datalines;
1.0000
40.9635
40.7088
:
23.1178
21.9010
23.1178
;
proc arima data=sport;
identify var = x(0);
run;
estimate p=(5,16) method=cls;
forecast out= ramalan lead=12;
run;
outlier maxnum=5 alpha=0.05;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=work.ramalan
outfile="d:\ramalansport516.xls"
dbms=excel97
replace;
sheet="1";
run;
```

Lampiran 6: *Output SAS Tipe Sport* model ARIMA([5][16],0,0)

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Lag				
MU	31.23923	2.85654	10.94	<.0001	0				
AR1,1	0.40072	0.08535	4.69	<.0001	5				
AR1,2	0.33106	0.08891	3.72	0.0003	16				
Constant Estimate			8.379054						
Variance Estimate			126.5483						
Std Error Estimate			11.24937						
AIC			862.9512						
SBC			871.1067						
Number of Residuals			112						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	6.28	4	0.1794	0.049	0.093	0.171	0.007	-0.022	0.112
12	8.80	10	0.5512	-0.012	-0.005	-0.044	-0.038	0.124	-0.034
18	13.72	16	0.6193	0.057	0.174	-0.014	-0.020	-0.041	-0.044
24	17.33	22	0.7451	0.073	0.051	-0.028	0.124	0.037	0.011
Estimated Mean				31.23923					
Autoregressive Factors									
Factor 1: 1 - 0.40072 B**(5) - 0.33106 B**(16)									
Forecasts for variable x									
Obs	Forecast	Std Error	95% Confidence Limits						
113	28.1392	11.2494	6.0908	50.1875					
114	16.5328	11.2494	-5.5155	38.5812					
115	23.0965	11.2494	1.0481	45.1448					
116	26.2675	11.2494	4.2191	48.3158					
117	24.1716	11.2494	2.1232	46.2199					
118	27.8032	12.1189	4.0505	51.5559					
119	22.9555	12.1189	-0.7972	46.7081					
120	19.5846	12.1189	-4.1681	43.3373					
121	27.2486	12.1189	3.4959	51.0013					
122	24.3833	12.1189	0.6306	48.1360					
123	26.7708	12.2528	2.7557	50.7859					
124	26.6900	12.2528	2.6749	50.7051					
Outlier Details									
Tests for Normality									
Test	---Statistic---			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.992896	Pr < W	0.8362					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.049896	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.037177	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.267218	Pr > A-Sq	>0.2500					

**Lampiran 7: Korelasi Penjualan Antar Tipe Sepeda Motor**

**Correlations: matic all, sport all**

Pearson correlation of matic all and sport all = 0.726

P-value = 0.000

Matrix CORR5

1.00000	0.72594
0.72594	1.00000





**Lampiran 8:** *Syntax VARIMA(1,1,0) Sesudah Differencing*

```

data sepeda;
input MATIC SPORT;
datalines;
1.0    1.0
51.5   41.0
54.9   40.7
:      :
54.9   23.1
59.7   21.9
72.2   23.1
;
proc varmax data=sepeda;
model MATIC SPORT/ p=(1) dfest dify(1) lagmax=15
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
output lead=12 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
outfile='D:\resi.xls'
dbms=excel97
replace;
run;

```

## Lampiran 9: Output VARIMA (1,1,0) Sesudah Differencing

Dickey-Fuller Unit Root Tests																
Variable	Type	Rho		ProbC_rho		Tau		ProbC_tau								
MATIC	Zero Mean	-303.772		0.0001		-12.35		<.0001								
	Single Mean	-303.919		0.0001		-12.29		<.0001								
	Trend	-304.132		0.0001		-12.23		<.0001								
SPORT	Zero Mean	-344.154		0.0001		-13.39		<.0001								
	Single Mean	-344.094		0.0001		-13.32		<.0001								
	Trend	-344.655		0.0001		-13.26		<.0001								
Schematic Representation of Cross Correlations																
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	--	..	..	--	++	..	..	..	--	..	+	--	..	..	..
SPORT	++	--	..	..	--	++	..	..	..	--	..	+	--	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Minimum Information Criterion																
Lag	MA 0		MA 1		MA 2		MA 3		MA 4		MA 5					
AR 0	10.900842		10.193539		10.214346		10.250237		10.301692		10.203089					
AR 1	10.422487		10.154879		10.189457		10.205187		10.238579		10.16822					
AR 2	10.232098		10.149994		10.220946		10.177988		10.143672		10.123376					
AR 3	10.179196		10.086449		10.143584		10.025864		9.9743809		10.026996					
AR 4	9.6634648		9.7324701		9.8014221		9.8140456		9.9076996		9.8980179					
Schematic Representation of Partial Autoregression																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	--	--	++	--	..	..	++	..	..	..	..	..	..	..	..	
SPORT	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Schematic Representation of Partial Cross Correlations																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	--	--	..	--	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
SPORT	--	--	+	--	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Model Parameter Estimates																
Equation	Parameter	Estimate		Std Error		T Ratio		Prob> T		Variable						
MATIC	ARI_1_1	-0.63918		0.18860		-3.39		0.0010		MATIC(t-1)						
	ARI_1_2	0.35522		0.36476		0.97		0.3323		SPORT(t-1)						
SPORT	ARI_2_1	-0.15277		0.09358		-1.63		0.1055		MATIC(t-1)						
	ARI_2_2	-0.23025		0.18098		-1.27		0.2060		SPORT(t-1)						
Information Criteria																
AICC(Corrected AIC)										10.64483						
HQc(Hannan-Quinn Criterion)										10.68331						
AIC(Akaike Information Criterion)										10.64348						
SBC(Schwarz Bayesian Criterion)										10.74168						
FPEC(Final Prediction Error Criterion)										41918.68						
Schematic Representation of Residual Cross Correlations																
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	..	--	..	--	++	..	--	..	--	+	++	--	..	..	..
SPORT	++	--	..	--	++	..	--	..	--	+	+	++	--	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Portmanteau Test for Residual																

## Lampiran 9: Output VARIMA(1,1,0) Sesudah Differencing (Lanjutan)

To Lag	Chi- Square	DF	Prob> ChiSq
2	31.85	4	<.0001
3	37.19	8	<.0001
4	46.99	12	<.0001
5	77.27	16	<.0001
6	80.54	20	<.0001
7	97.34	24	<.0001
8	99.90	28	<.0001
9	112.59	32	<.0001
10	121.60	36	<.0001
11	134.19	40	<.0001
12	146.18	44	<.0001
13	147.65	48	<.0001
14	154.85	52	<.0001
15	157.34	56	<.0001

**Lampiran 10:** *Syntax SAS VARIMA(4,1,0) Sebelum Restrict*

```

data sepeda;
input MATIC SPORT;
datalines;
1.000    1.0000
51.495   40.9635
54.948   40.7088
:        :
54.948   23.1178
59.728   21.9010
72.199   23.1178
;
proc varmax data=sepeda;
model MATIC SPORT/ p=(1 2 3 4) dfest dify(1) lagmax=15
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
output lead=12 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
outfile='D:\resi1234new.xls'
dbms=excel97
replace;
run;

```

Lampiran 11: *Output* SAS VARIMA(4,1,0) Sebelum *Restrict*

Dickey-Fuller Unit Root Tests																
Variable	Type	Rho	Prob<Rho	Tau	Prob<Tau											
MATIC	Zero Mean	-303.716	0.0001	-12.35	<.0001											
	Single Mean	-303.863	0.0001	-12.29	<.0001											
	Trend	-304.074	0.0001	-12.23	<.0001											
	Zero Mean	-344.112	0.0001	-13.38	<.0001											
SPORT	Single Mean	-344.051	0.0001	-13.32	<.0001											
	Trend	-344.612	0.0001	-13.26	<.0001											
Schematic Representation of Cross Correlations																
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	--	--	--	--	++	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--
SPORT	++	--	--	--	--	++	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Minimum Information Criterion																
Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5										
AR 0	10.900412	10.192089	10.212849	10.248619	10.30013	10.201488										
AR 1	10.421788	10.152998	10.187528	10.202998	10.23641	10.166157										
AR 2	10.231993	10.14883	10.2199	10.17698	10.143045	10.122368										
AR 3	10.178523	10.085072	10.14271	10.025337	9.9739735	10.026045										
AR 4	9.6626806	9.7316744	9.8004916	9.8132498	9.906881	9.8970616										
Schematic Representation of Partial Autoregression																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	--	--	++	--	--	--	++	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SPORT	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Schematic Representation of Partial Cross Correlations																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SPORT	--	--	+	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	--	--
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Model Parameter Estimates																
Equation	Parameter	Estimate	Std Error	T Ratio	Prob> T	Variable										
MATIC	AR1_1_1	-0.82849	0.17974	-4.61	0.0001	MATIC(t-1)										
	AR1_1_2	0.08319	0.36326	0.23	0.8193	SPORT(t-1)										
	AR2_1_1	-0.72832	0.20424	-3.57	0.0006	MATIC(t-2)										
	AR2_1_2	0.10785	0.42859	0.25	0.8018	SPORT(t-2)										
	AR3_1_1	-0.68491	0.20132	-3.40	0.0010	MATIC(t-3)										
	AR3_1_2	0.21223	0.42141	0.50	0.6156	SPORT(t-3)										
SPORT	AR4_1_1	-0.57869	0.17630	-3.28	0.0014	MATIC(t-4)										
	AR4_1_2	0.01433	0.34819	0.04	0.9672	SPORT(t-4)										
	AR1_2_1	-0.06911	0.09466	-0.73	0.4671	MATIC(t-1)										
	AR1_2_2	-0.73416	0.19131	-3.84	0.0002	SPORT(t-1)										
	AR2_2_1	-0.08688	0.10756	-0.81	0.4212	MATIC(t-2)										
	AR2_2_2	-0.57562	0.22571	-2.55	0.0123	SPORT(t-2)										
	AR3_2_1	-0.14052	0.10602	-1.33	0.1881	MATIC(t-3)										
	AR3_2_2	-0.31508	0.22193	-1.42	0.1588	SPORT(t-3)										
AR4_2_1	-0.10331	0.09285	-1.11	0.2685	MATIC(t-4)											
AR4_2_2	-0.31468	0.18337	-1.72	0.0893	SPORT(t-4)											

ampiran 11: Output SAS VARIMA(4,1,0) Sebelum Restrict

(Lanjutan)

Information Criteria					
AICC(Corrected AIC)	9.881599				
HQC(Hannan-Quinn Criterion)	10.01945				
AIC(Akaike Information Criterion)	9.857432				
SBC(Schwarz Bayesian Criterion)	10.25711				
FPFEC(Final Prediction Error Criterion)	19110.46				

Schematic Representation of Residual Cross Correlations

Lampiran 11: *Output* SAS VARIMA(4,1,0) Sebelum *Restrict*  
(Lanjutan)

Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
SPORT	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

+ is > 2\*std error, - is < -2\*std error, . is between

Portmanteau Test for Residual

Cross Correlations

To Lag	Chi- Square	DF	Prob> ChiSq
5	8.62	4	0.0714
6	10.28	8	0.2458
7	16.99	12	0.1501
8	21.53	16	0.1592
9	23.94	20	0.2449
10	25.11	24	0.3999
11	26.79	28	0.5300
12	29.89	32	0.5735
13	30.17	36	0.7417
14	36.43	40	0.6317
15	38.50	44	0.7057

**Lampiran 12:** *Syntax SAS VARIMA(4,1,0) Setelah Restrict*

```

data sepeda;
input MATIC SPORT;
datalines;
1.000    1.0000
51.495   40.9635
54.948   40.7088
:        :
54.948   23.1178
59.728   21.9010
72.199   23.1178
;
proc varmax data=sepeda;
model MATIC SPORT/ p=(1 2 3 4) dftest dify(1) lagmax=15
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
restrict  AR(4,1,2)=0,  AR(1,1,2)=0,  AR(2,1,2)=0,  AR(3,1,2)=0,
AR(1,2,1)=0, AR(2,2,1)=0, AR(3,2,1)=0, AR(4,2,1)=0;
output lead=12 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
outfile='D:\resi1234new.xls'
dbms=excel97
replace;
run;

```



### Lampiran 13: Output SAS VARIMA(4,1,0) Setelah Restrict

Dickey-Fuller Unit Root Tests																
Variable	Type	Rho		ProbC_rho		Tau		ProbC_tau								
MATIC	Zero Mean	-303.716		0.0001		-12.35		<.0001								
	Single Mean	-303.863		0.0001		-12.29		<.0001								
	Trend	-304.074		0.0001		-12.23		<.0001								
SPORT	Zero Mean	-344.112		0.0001		-13.38		<.0001								
	Single Mean	-344.051		0.0001		-13.32		<.0001								
	Trend	-344.612		0.0001		-13.26		<.0001								
Schematic Representation of Cross Correlations																
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	--	..	..	--	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
SPORT	++	--	..	..	--	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Minimum Information Criterion																
Lag	MA 0		MA 1		MA 2		MA 3		MA 4		MA 5					
AR 0	10.900412		10.152989		10.212849		10.248619		10.30013		10.301488		10.201488			
AR 1	10.421788		10.152998		10.187528		10.202998		10.23641		10.166157					
AR 2	10.231993		10.14883		10.2199		10.17698		10.143045		10.122368					
AR 3	10.178523		10.085072		10.14271		10.025337		9.9739735		10.026045					
AR 4	9.6626806		9.7316744		9.8004916		9.8132498		9.906881		9.8970616					
Schematic Representation of Partial Autoregression																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
SPORT	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Schematic Representation of Partial Cross Correlations																
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
MATIC	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
SPORT	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																
Model Parameter Estimates																
Equation	Parameter		Estimate		Std Error		T Ratio		Prob> T		Variable					
MATIC	AR1_1_1		-0.75163		0.06148		-12.23		0.0001		MATIC(t-1)					
	AR1_1_2		0		0		.		.		SPORT(t-1)					
	AR2_1_1		-0.62691		0.07258		-8.64		0.0001		MATIC(t-2)					
	AR2_1_2		0		0		.		.		SPORT(t-2)					
	AR3_1_1		-0.50849		0.07225		-7.04		0.0001		MATIC(t-3)					
	AR3_1_2		0		0		.		.		SPORT(t-3)					
	AR4_1_1		-0.49450		0.06135		-8.06		0.0001		MATIC(t-4)					
	AR4_1_2		0		0		.		.		SPORT(t-4)					
SPORT	AR1_2_1		0		0		.		.		MATIC(t-1)					
	AR1_2_2		-0.82110		0.06573		-12.49		0.0001		SPORT(t-1)					
	AR2_2_1		0		0		.		.		MATIC(t-2)					
	AR2_2_2		-0.68854		0.08030		-8.57		0.0001		SPORT(t-2)					
	AR3_2_1		0		0		.		.		MATIC(t-3)					
	AR3_2_2		-0.51375		0.07951		-6.46		0.0001		SPORT(t-3)					
	AR4_2_1		0		0		.		.		MATIC(t-4)					
	AR4_2_2		-0.43985		0.06382		-6.89		0.0001		SPORT(t-4)					

### Lampiran 13: Output SAS VARIMA(4,1,0) Setelah Restrict (Lanjutan)

Schematic Representation of Residual Cross Correlations																
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MATIC	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
SPORT	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																

Portmanteau Test for Residual  
Cross Correlations

To	Chi-	Prob>		
	Lag	Square	DF	ChiSq
5	14.50	4	0.0059	
6	16.34	8	0.0377	
7	21.62	12	0.0420	
8	25.69	16	0.0586	
9	28.91	20	0.0896	
10	30.21	24	0.1778	
11	32.28	28	0.2631	
12	35.98	32	0.2876	
13	36.31	36	0.4542	
14	42.14	40	0.3784	
15	46.26	44	0.3790	

## Lampiran 14: *Syntax* Makro Minitab Multivariate Normal VARIMA(4,1,0)

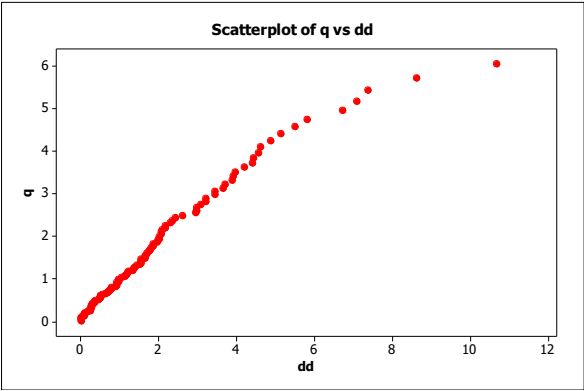
```

macro
qq x.1-x.p
mconstant i n p t chis
mcolumn d x.1-x.p dd pi q ss tt
mmatrix s sinv ma mb mc md
let n=count(x.1)
cova x.1-x.p s
invert s sinv
do i=1:p
    let x.i=x.i-mean(x.i)
enddo
do i=1:n
    copy x.1-x.p ma;
    use i.
    transpose ma mb
    multiply ma sinv mc
    multiply mc mb md
    copy md tt
    let t=tt(1)
    let d(i)=t
enddo
set pi
    1:n
end
let pi=(pi-0.5)/n
sort d dd
invcdf pi q;
chis p.
plot q*dd
invcdf 0.5 chis;
chis p.
let ss=dd<chis
let t=sum(ss)/n
print t
endmacro

```

**Lampiran 15:** *Output Makro Minitab Multivariate Normal VARIMA(4,1,0)*

t     0.464286



**Lampiran 16. Surat Pernyataan Pengambilan Data****SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Arieska Dwi Yanti

NRP : 1315105036

Telah benar-benar mengambil data dari perusahaan seperti yang tertulis pada surat dengan nomor 02/MKT/RESEARCH/IV/2017. Perusahaan tidak berkenan apabila nama perusahaannya dicantumkan dalam Tugas Akhir, namun data dan hasil analisis diperbolehkan dipublikasikan dalam E-journal ITS.

Surabaya, 24 Juli 2017

Dosen Pembimbing



Dr. Agnes Tuti Rumiati, M.Sc  
NIP. 19570724 198503 2 002

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BIODATA PENULIS**



Penulis bernama lengkap Arieska Dwi Yanti dengan nama panggilan Arieska yang lahir di Surabaya, 27 Agustus 1994. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara oleh pasangan Moch. Joni dan Riyati.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Tunas Bahari Surabaya tahun 2000, SD Tunas Bahari Surabaya Tahun 2006, SMP Negeri 5 Surabaya Tahun 2009, SMA Negeri 8 Surabaya Tahun 2012, D III Jurusan Statistika FMIPA ITS Tahun 2015, dan melanjutkan Lintas Jalur Statistika FMIPA ITS.

Saat menunaikan kewajiban sebagai mahasiswa penulis juga telah mengikuti kepanitian Sie Konsumsi YELP BEM ITS 2012, OC OK2BK HIMASTA-ITS 2013, IC INTERN FMIPA 2014 serta pelatihan LKMM Pra-TD FMIPA 2012 dan beberapa kegiatan kemahasiswaan lainnya.

Jika terdapat kritik dan saran yang membangun atau ingin berdiskusi mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email [arieska.dwiyanti@gmail.com](mailto:arieska.dwiyanti@gmail.com).

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*